

CIRAD-EMVT  
Campus de Baillarguet  
B.P. 5035  
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire  
d'Alfort  
7, avenue du Général de Gaulle  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique  
Paris-Grignon  
16, rue Claude Bernard  
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle  
57, rue Cuvier  
75005 PARIS

---

# **DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

## **MEMOIRE DE STAGE**

**ETUDE DE L'ORGANISATION SPATIALE DU CERF RUSA (*CERVUS  
TIMORENSIS RUSSA*) EN NOUVELLE CALEDONIE.  
CAS DES BICHES EN PERIODE DE RUT.**

**Premiers résultats.**

*par*

**Pierre PRIMOT**

année universitaire 1995-1996



\* TH02442 \*

# **DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

## **ETUDE DE L'ORGANISATION SPATIALE DU CERF RUSA (*CERVUS TIMORENSIS RUSSA*) EN NOUVELLE CALEDONIE. CAS DES BICHES EN PERIODE DE RUT. Premiers résultats.**

*par*

Pierre PRIMOT

**Lieu de stage :** Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie)

**Organisme d'accueil :** CIRAD-EMVT

**Période de stage :** 16 mai 1996 - 12 septembre 1996

**Rapport présenté oralement le :** 27 septembre 1996

<b>TABLE DES MATIERES</b>
---------------------------

	pages
INTRODUCTION	7

PREMIERE PARTIE : CONTEXTE DE L'ETUDE
--

## I. PRESENTATION DU MILIEU

1. Généralités sur la Nouvelle Calédonie	9
1.1. Localisation	
1.2. Le relief et l'hydrographie	
1.2.1. Le relief	
1.2.2. L'hydrographie	
1.3. Le climat	
1.3.1. Considérations générales	
1.3.2. Les précipitations	
1.4. Les sols	
1.5. Les formations végétales	
1.5.1. La végétation primaire	
1.5.2. La végétation transformée	
1.5.2.1. Les pâturages	
1.5.2.2 Les autres formations végétales	
1.6. La faune	

## 2. Le cerf rusa

13

## 2.1. Description

## 2.1.1. Morphologie

## 2.1.2. Ecologie

## 2.1.3. Reproduction

## 2.1.3.1. Les femelles

## 2.1.3.2. Les mâles

## 2.1.4. Comportement alimentaire

## 2.2. Localisation

## 2.2.1. Dans le monde

## 2.2.2. En Nouvelle Calédonie

## 2.2.2.1. Les cerfs en liberté

## 2.2.2.2 Les élevages

## II. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES

18

## 1. Problématique de la gestion des ongulés sauvages : intérêt de l'étude de l'organisation spatiale

## 1.1. Notions écologiques essentielles pour assurer la gestion de la faune sauvage

## 1.1.1 La notion de population

## 1.1.2. La notion de densité

## 1.1.2.1. Les densités biologiquement optimale et supportable

## 1.1.2.2. La densité économiquement supportable

## 1.1.2.3. La capacité territoriale

## 1.1.3. La notion d'unité de gestion

## 1.2. Organisation spatiale et gestion des ongulés sauvages

19



1.3. L'organisation spatiale des ongulés sauvages	20
1.3.1. Le domaine vital et le territoire	
1.3.2. Répartition des individus au sein du domaine vital	
1.3.3. Intérêt de l'étude de l'organisation spatiale	
2. Techniques et méthodes permettant d'étudier l'organisation spatiale	22
2.1. Les observations	
2.1.1. Les observations directes	
2.1.1.1. Principe	
2.1.1.2. Réalisation sur le terrain	
2.1.1.3. Problèmes rencontrés dans ce type d'étude	
2.1.2. Les observations indirectes	
2.1.2.1. Principe	
2.1.2.2. Limites	
2.2. La radio-télémetrie	
2.2.1. La biotélémetrie	
2.2.2. Le radio-tracking	
2.3. Choix de la technique	
3. Le radio-tracking	24
3.1. Le matériel	
3.1.1. Les balises radio-émettrices	
3.1.1.1. L'émetteur	
3.1.1.2. Les batteries	
3.1.1.3. L'antenne émettrice	
3.1.1.4. L'ensemble émetteur-piles-antenne	
3.1.2. Les récepteurs	

	3.1.3. Les antennes réceptrices	
	3.1.4. Les unités d'enregistrement	
	3.2. Principes de bases de la radiolocalisation	28
	3.2.1. Principe général	
d'erreur	3.2.2. Estimation de l'erreur angulaire et de la surface du polygone	
	3.3. Localisation de la balise radio-émettrice sur le terrain	30
	3.3.1. Le référentiel	
	3.3.2. Le nombre d'antennes utilisées	
	3.3.2.1. Une seule antenne par récepteur	
	3.3.2.2. Utilisation d'antennes réceptrices doubles	
	3.3.3. Position des stations de réception	
	3.3.3.1. Le radio-tracking mobile	
	3.3.3.2. Le radio-tracking à postes fixes	
ondes	3.4. Influence des éléments physiques et climatiques sur la propagation des	
	3.4.1. Choix de la fréquence	
physiques	3.4.2. Perturbation de la transmission des ondes par des éléments	
	3.4.2.1. Les obstacles	
	3.4.2.2. Les réfractions ou les réflexions	
climatiques	3.4.3. Perturbation de la transmission des ondes par des éléments	
	3.5. L'observateur	36
	3.6. Les applications	
	3.6.1. La radio-surveillance	
	3.6.2. Le radio-positionnement	

DEUXIEME PARTIE :  
MISE EN PLACE DE L'ETUDE DE JUIN A SEPTEMBRE 1996

## 1. MATERIEL ET METHODE

1.1. Site d'étude et période d'étude	38
1.1.1. Présentation du site d'étude	
1.1.2. Période d'étude	
1.2. Matériel utilisé	41
1.2.1. Choix du radio-tracking mobile	
1.2.1. Les émetteurs	
1.2.2. L'antenne réceptrice	
1.2.3. Le récepteur	
1.2.2. Etalonnage	
1.2.3. Autres matériels	
1.2.3.1. Les cartes	
1.2.3.2. Le matériel de géopositionnement	
1.3. Animaux	46
1.3.1. Choix des animaux	
1.3.2. Equipement des animaux et étude du comportement	
1.4. Collecte des informations sur le terrain	47
1.4.1. Mise en place des points de relevés (stations d'écoute)	
1.4.2. Fréquence et moment des relevés	
1.4.3. Analyse des données	

2. RESULTATS	49
2.1. Les relevés	
2.2. Dimension des domaines vitaux	
2.3. Localisation, description et occupation des domaines	
2.4. Recouvrement entre les différents domaines	
3. DISCUSSION	61
3.1. Méthodologie	
3.2. Taille des domaines vitaux	
3.3. Occupation de l'espace	
3.4. Association entre animaux marqués	
3.5. Perspectives	
CONCLUSION	65
BIBLIOGRAPHIE	66
ANNEXES	

## RESUME

Dans le cadre d'un projet de gestion d'une population de cerfs rusa (*Cervus timorensis russa*) sur la propriété de Gouaro-Déva (Nouvelle Calédonie), l'auteur a débuté un travail de caractérisation de l'organisation spatiale de cette espèce.

14 biches radio-équipées ont été lâchées sur le site d'étude. Le suivi par radio-tracking a été effectué pendant la période de rut (de Juillet à Septembre). Les résultats ont été traités par la méthode modifiée du polygone convexe et la taille du domaine vital ainsi caractérisée varie de 60 à 270 hectares. Des zones de fréquentations préférentielles ont également pu être définies.

Ce travail est le premier de ce type sur cette espèce. Il permet d'aborder certains points et de poser certaines questions. Il constitue une première base de données qui ne demande qu'à être confirmée.

**MOTS CLES :** Cerf rusa, *Cervus timorensis russa*, organisation spatiale, Nouvelle Calédonie, biche, rut, radio-tracking

## INTRODUCTION

En Décembre 1981, le rapport 191 de l'Assemblée Territoriale (cité par Chardonnet 1992) commençait en ses termes : " Il est difficile de dissocier l'histoire des populations de ce Territoire à laquelle il est viscéralement mêlé, celui qui constitue un des éléments fondamentaux (et sentimentaux) de la vie de brousse, le cerf calédonien".

Introduit à la fin du XIX ième siècle, il s'est acclimaté et a colonisé tout le Territoire. Le cerf rusa est ainsi devenu pour les populations vivant sur l'île, en dehors de l'agglomération de Nouméa, la principale source de viande.

Mais, la prolifération du cerf l'a également fait apparaître comme un nuisible, notamment pour les éleveurs de bétail. D'autre part, l'incidence de la population de cerfs sauvages sur le milieu naturel et les déséquilibres qu'elle peut engendrer sur certains écosystèmes est de plus en plus à l'ordre du jour.

Or, malgré cela, aucun programme de gestion raisonné et efficace n'est appliqué. Les services techniques compétents manquent de méthodes et d'outils pour gérer cette population de cerf et estimer son impact sur le milieu.

C'est pourquoi, le département Faune Sauvage du CIRAD/EMVT de Port Laguerre, soutenu financièrement par la Province Sud, a lancé un programme d'étude dans ce sens. La connaissance de certains éléments écologiques et biologiques des populations concernées est la base afin de développer des stratégies de gestion efficaces.

Ainsi, dans le cadre du stage du DESS/PARC, une étude préliminaire de l'organisation spatiale du cerf calédonien a été entreprise.

Après une présentation générale du cadre de l'étude et de l'espèce en question, nous discuterons de l'intérêt de l'étude de l'organisation spatiale dans un programme de gestion des ongulés sauvages et des différentes méthodes permettant de la caractériser, en insistant et en justifiant le choix de la méthode retenue. Enfin, nous présenterons notre travail de recherche proprement dit et nous discuterons des résultats obtenus.



**PREMIERE PARTIE :**  
**CONTEXTE DE L'ETUDE**



## **I. PRESENTATION DU MILIEU**

### **1. Généralités sur la Nouvelle Calédonie**

#### **1.1. Localisation (Carte n° 1)**

La Nouvelle Calédonie est un archipel de 18575 km<sup>2</sup> situé dans le Pacifique sud à 150 km au nord du tropique du Capricorne, entre le 18° et le 23° de latitude sud. Territoire français d'Outre-mer, elle fait partie de la Mélanésie et comprend une île principale, la Grande-Terre, entourée d'une multitude de petites îles et îlots, ainsi que les îles Loyautés (Lifou, Ouvéa, Maré) au large de sa côte Est (Toutain 1984).

La Grande-Terre est longue de 400 km sur 50 km de large.

#### **1.2. Le relief et l'hydrographie (O.R.S.T.O.M. 1989)**

##### **1.2.1. Le relief**

Deux ensembles distincts apparaissent :

- la Grande Terre, les îles Beleps et l'île des Pins;
- les îles Loyautés.

Le premier ensemble est de type continental, le second correspond à d'anciennes constructions coralliennes.

La Grande Terre se caractérise par un relief montagneux et la Chaîne centrale qui la parcourt dans sa longueur culmine à plus de 1600 mètres d'altitude.

La Côte Ouest de l'île est caractérisée par de longs versants terminés par des plaines côtières parfois larges de plusieurs kilomètres.

La Côte Est, quant à elle, est abrupte avec des vallées encaissées.

Le grand massif du Sud est constitué de péridotites qui sont à l'origine de la formation de nickel, principale ressource économique de l'île.

##### **1.2.2. L'hydrographie**

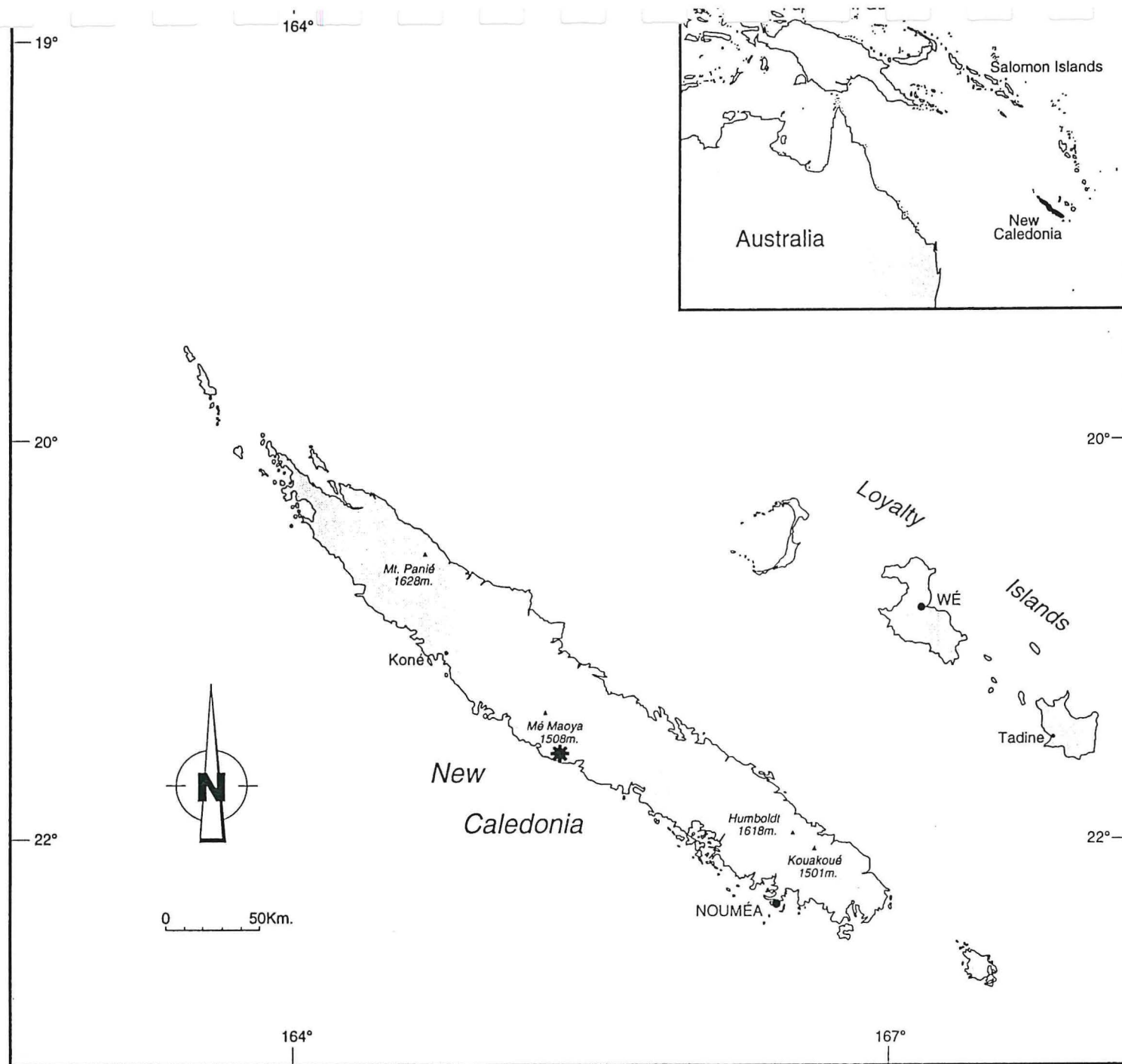
A partir de la ligne de partage des eaux (ligne de crête de la Chaîne centrale), descendent de petites rivières au débit très irrégulier, sous l'étroite dépendance des chutes de pluies, et qui débouchent généralement perpendiculairement aux côtes en formant de larges vallées.

#### **1.3. Le climat (O.R.S.T.O.M. 1989)**

##### **1.3.1. Considérations générales**

Située au sud-est de la Mer de Corail, en bordure occidentale de l'Océan Pacifique Sud, la Nouvelle Calédonie est soumise aux variations annuelles de la ceinture anticyclonique subtropicale au sud, et de la Zone de Convergence Intertropicale au nord, qui détermine quatre saisons :

Carte n° 1 : la Nouvelle Calédonie (\* site d'étude : Gouaro-Déva)



- de mi-novembre à mi-avril, saison chaude et humide, époque des dépressions tropicales et des cyclones ;

- de mi-avril à mi-mai, saison de transition avec une décroissance progressive de la pluviosité et de la température ;

- de mi-mai à mi-septembre, saison fraîche, au cours de laquelle peuvent survenir des précipitations importantes et la température descend à son minimum annuel ;

- de mi-septembre à mi-novembre, saison sèche durant laquelle la température reprend une phase ascendante.

Ces caractéristiques confèrent au Territoire un climat qualifié de "tropical océanique", sans chaleur ni humidité excessives.

### **1.3.2. Les précipitations**

Elles sont caractérisées par leurs irrégularités :

- irrégularité géographique en raison des vents dominants (alizés) soufflant d'un secteur compris entre est - nord-est et sud-est. La Côte Est, au vent, reçoit approximativement des hauteurs pluviométriques doubles de celles enregistrées sur la Côte Ouest, sous le vent, (2000 à 3000 mm/an contre 800 à 1500 en moyenne) ;

- irrégularité saisonnière ;

- irrégularité inter annuelle due aux passages des cyclones et des dépressions tropicales qui se manifestent de façon irrégulière. De plus, des phénomènes anormaux interviennent au niveau de l'ensemble du Pacifique, engendrant des périodes de sécheresse de longue durée et appelé couramment "El Niño".

### **1.4. Les sols (O.R.S.T.O.M. 1989)**

Les sols néo-calédoniens se caractérisent par leurs diversités, en raison de la multiplicité des roches mères et de la dynamique de l'eau, très variables en raison des différences climatiques et orographiques.

### **1.5. Les formations végétales**

La flore est particulièrement riche, compte tenu des dimensions et des caractéristiques du Territoire. Plus de 3000 espèces ont ainsi été inventoriées dont 80 % d'espèces endémiques (Toutain 1984, Mittermeier 1996).

### 1.5.1. La végétation primaire (O.R.S.T.O.M. 1989)

Quatre formations peuvent être différenciées :

- la forêt humide sempervirente, située dans les secteurs les plus arrosés du Territoire : au dessus de 500 mètres, dans les fonds des vallées et le long des berges des rivières. Son étendue a considérablement régressée sous l'effet des feux au profit des maquis, des savanes et des fourrés ;

- la forêt sclérophylle, ou forêt sèche, actuellement réduite à des îlots forestiers plus ou moins dégradés, associés à des fourrés secondaires dominés par le gaïac (*Racosperma spirorbe*) ou le faux mimosa (*Leucaena leucocephala*) ;

- les maquis miniers regroupant des formations sempervirentes ;

- la mangrove, où domine le palétuvier dans la zone de balancement des marées.

### 1.5.2. La végétation transformée

#### 1.5.2.1. Les pâturages (Toutain 1984)

Ils sont de type tropical. Les plantes fourragères qui les composent sont adaptées à des climats chauds à pluviométrie dominante d'été et capables de supporter des périodes de sécheresse, principalement l'hiver.

Ils sont de type extensifs, car la productivité à l'hectare est peu élevée, la croissance de l'herbe est saisonnière et les espèces fourragères tropicales ont généralement une valeur alimentaire et une digestibilité inférieure à celles des fourrages tempérés.

Ils sont chroniquement menacés par la sécheresse, qui est l'un des problèmes majeurs de l'élevage calédonien.

Ils sont nettement différent entre la Côte Ouest et la Côte Est.

La flore naturelle comprend un certain nombre d'espèces fourragères mais peu d'entre elles ont un fort potentiel de production. En effet seulement 1/3 des graminées et 1/4 des légumineuses natives sont des plantes fourragères. De plus, elles ne sont pas d'un intérêt premier au vu de leur faible potentiel de production et leur faible valeur fourragère. Certaines plantes introduites ce sont bien adaptées : *Panicum maximum*, *Brachiara mutica* par exemple. Cependant, on les retrouve rarement dans les pâturages naturels.

Les pâturages naturels, laissés à eux mêmes, ont naturellement tendance à s'embroussailler et à retourner vers des formations ligneuses. Le surpâturage et la baisse de fertilité des sols ne font que renforcer cette tendance.



### 1.5.2.2 Les autres formations végétales (O.R.S.T.O.M. 1989)

Les forêts dégradées, éclaircies, avec des strates arbustive et herbacée, se sont développées depuis plusieurs décennies.

Les savanes à niaoulis (*Melaleuca quinquenervia*), largement représentées du bord de mer à 1000 mètres d'altitude, résultent de la destruction de la forêt par les défrichements et les feux répétés. Elles sont formées d'une strate graminéenne continue parsemée de niaoulis (*Melaleuca quinquenervia*) ou d'arbustes : goyaviers (*Psidium grajava*), gaïacs (*Acacia spirorbis*), cassis (*Acacia farnesiana*)...

Suivant la hauteur, l'abondance et l'absence de ligneux, on peut distinguer des savanes arborées, boisées, arbustives, buissonnantes ou herbeuses. Le niaouli, sans doute primitivement localisé aux forêts marécageuses s'est considérablement étendu en raison de sa capacité à résister aux feux.

### 1.6. La faune (Chardonnet 1992, Mittermeier 1996)

Pour un territoire de cette taille, la variété de la faune vertébrée est relativement élevée, exception faite des mammifères.

Seulement 9 espèces dont 6 endémiques sont indigènes et se sont toutes des espèces de chiroptères. Les autres ont été importées avec notamment le cerf (*Cervus timorensis russa*) et le cochon sauvage (*Sus scrofa domestica*).

L'avifaune est quant à elle très riche : 18 des 116 espèces présentes sur le Territoire sont endémiques, 4 genres sont originaux. citons par exemple le cagou (*Rhynocetos jubatus*), emblème de l'île, et le notou (*Ducula goliath*), le plus gros pigeon vivant en forêt.

L'herpetofaune est aussi bien représentée : 9 genre et 83 % des espèces sont endémiques, citons par exemple le gecko (*Rhacodactylus auriculatus*).

Comme partout dans le monde la faune invertébrée contient de nombreuses espèces non encore décrites. 4000 insectes ont pu être décrits.

La Nouvelle Calédonie est entourée d'un lagon d'une superficie de 1 740 000 km<sup>2</sup> avec plus de 1736 espèces de poissons, 108 espèces de coraux et 6500 espèces de mollusques.

## 2. Le cerf rusa

### 2.1. Description

Le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) est un Ruminant de la famille des Cervidés. Il appartient à la catégorie des cerfs tropicaux.

#### 2.1.1. Morphologie

La longueur totale (pointe du nez- racine de la queue) varie de 160 à 215 cm, la hauteur du corps de 80 à 110 cm, alors que le poids varie de 80 à 125 kg pour les mâles. Les biches sont plus petites et pèsent de 60 à 80 kg (Attié 1994).

Le poil est brun rouge pour les femelles, brun foncé pour les mâles, brillant quand les animaux sont bien nourris. La tête est petite, brun chocolat. Les parties déclives de l'animal, du poitrail aux faces internes des membres présentent un éclaircissement important, ainsi que le menton qui est clair. Les mâles portent pendant la période du rut une crinière autour du cou. Le pelage n'est constitué que de poils peu denses, à section courte et

aplatie. Il n'y a pas de sous-pois, ce qui explique la sensibilité des animaux au stress climatique (Leroux 1991).

Les femelle sont plus claires que les mâles et les jeunes, non tachetés, lui ressemblent.

Les mâles sont ornés de bois qui tombent périodiquement en Janvier ou Février de chaque année. Le cerf va alors s'isoler durant la période de refait qui dure 5 mois (Attié 1994), durant lesquels ils restent en velours. Puis, les bois durcissent et perdent leurs velours peu de temps avant la période de rut.

Le pédicule se forme dès l'âge de 6 mois. Une première pousse simple sans ramification fait immédiatement suite au développement de ce pédicule : c'est la "dague". La deuxième année les bois ont deux andouillers et les animaux sont appelés "métis". Les années suivantes, les bois portent les 6 pointes caractéristiques de l'espèce (andouiller de massacre, chevillure, trochure). La branche postérieure de l'enfourchure terminale continue le bois, forme la trochure et est plus longue que l'antérieure qui constitue la chevillure.

Avec l'âge leur taille prend de l'importance. La longueur moyenne varie de 70 à 80 cm, mais peut dépasser le mètre. Ces attributs augmentent en taille et en poids jusqu'à la cinquième ou sixième tête, puis la taille varie très peu alors que le diamètre augmentant, le poids continue de s'accroître (Leroux 1991).

On peut noter la présence de glandes préorbitaires (larmiers), tarsiennes et interdigitales, réduites sur les pattes postérieures.

La femelle a quatre mamelles.

### 2.1.2. Ecologie

Peu d'études ont été publiées à ce sujet. La majorité des observations proviennent d'élevages.

Le cerf rusa est une espèce grégaire, polygénique (Chardonnet 1988). Il semble être sédentaire, mais capable d'une certaine transhumance quotidienne et saisonnière. Dans des zones à forte pression cynégétique, les animaux descendent la nuit dans les plaines pour se nourrir et s'abreuver, puis retournent à l'abri dans les hauteurs la journée. Dans les zones à faible pression de chasse, ce comportement de "mise à l'abri" subsiste mais il consiste seulement à trouver une cache sur place ou dans les environs. Lors du rut, les mâles semblent capables de parcourir de grandes distances (Leroux 1991).

La société est de type matriarcal. Le trio constitué de la biche et de ses deux jeunes durant les deux premières années de vie constitue la base de cette organisation. On peut distinguer des groupes de femelles et de jeunes animaux de moins de trois ans, et des groupes de mâles. Il existe souvent des hardes de mâles sub-adultes et des hardes de mâles adultes. Mâles et femelles vivent séparés durant la majeure partie de l'année.

Le cerf rusa a tendance à suivre des itinéraires fixes dans ses déplacements, au point de former de véritables sentiers profonds de plusieurs centimètres (Leroux 1991), faciles à repérer en milieu ouvert.

### 2.1.3. Reproduction

#### 2.1.3.1. Les femelles

Les femelles semblent être fertiles lorsqu'elles ont atteint 75 % de leur poids adulte, ce qui correspond à un âge de 15 mois (Fraser-Stewart 1985). La durée du cycle est mal connue. Bianchi (1992) l'estime entre 16 et 17 jours. Les chaleurs sont furtives et d'expression frustrée. Elles ne sont repérables qu'aux tentatives des autres animaux pour couvrir l'animal en chaleur. Le rusa se comporte comme une espèce poly-oestrale et mono-ovulatoire (Leroux 1991).

C'est une espèce relativement saisonnée. Le rut débute en juillet et se termine vers la fin du mois de septembre. Néanmoins, il n'est pas rare d'observer des mâles en activité sexuelle hors de cette période normale et des naissances décalées (Bianchi 1992).

La durée moyenne de la gestation est de 245 à 255 jours. La mère s'isole pour mettre bas (Chardonnet 1988). Ainsi, le pic des naissances est observé en avril-mai.

Après la naissance, plusieurs phases peuvent être distinguées dans le comportement du faon (Chardonnet 1988) :

- une phase nidicole "strict" pendant 4 à 5 jours, où il reste dissimulé à l'écart des autres animaux;
- une phase nidicole "suiveur", où le jeune et sa mère se tiennent à la périphérie de la harde quand ils sont ensemble, qui dure environ 2 semaines;
- une phase "collective", où les faons du même âge ont tendance à se rassembler. Quelques biches gardent le troupeau de faons pendant que les autres femelles sont au pâturage (phénomène de *nursery*).

Le taux de sevrage en élevage a pu être estimé à 0,7 faon par biche (Bianchi 1992).

#### 2.1.3.2. Les mâles

La puberté interviendrait vers l'âge de 9 à 15 mois. Toutefois, même s'ils sont fertiles, ils ne sont matures au point de vue comportemental que plus tardivement. Cette maturité sexuelle est liée à l'apparition des caractères secondaires que sont l'élargissement du tour de cou, l'odeur du rut et le développement de la voix (Leroux 1991).

L'année se décompose en une période de croissance des organes de la reproduction (préparation du rut), une période de rut et une période de régression de ces organes et de repos.

A l'approche du rut, ils voient leur tour de cou augmenter et leur voix ne subit un développement complet qu'au rut. C'est à ce moment là que l'on peut entendre une grande fréquence de brame.

Les grands mâles se battent tous entre eux, aucun n'étant dominant.



Avec le rut, l'agressivité augmente et le temps de gagnage diminue fortement. Les brames sont de plus en plus rapprochés et l'excitation s'accroît. Fréquemment, la verge entre en érection et on observe des contractions spasmodiques avec émission de petits jets d'urine et de sperme mélangés. Ces projections sont à l'origine du "tablier du cerf", tâche abdominale sombre qui s'étend de la poitrine à l'abdomen et à la face interne des cuisses. Ce tablier existe toute l'année mais il est très développé durant le rut (Leroux 1991).

#### **2.1.4. Comportement alimentaire**

Le cerf rusa semble être sélecteur, mais présente certaines caractéristiques des consommateurs de fourrages grossiers (Chardonnet 1988). Il est apte à utiliser les aliments très digestibles et les fourrages ligneux, mais présente une grande souplesse dans son régime alimentaire avec des possibilités d'utiliser des fourrages grossiers. Ce qui représente un avantage dans un milieu où il peut y avoir des grandes variations alimentaires en fonction des saisons.

Chez la biche, les besoins plus importants de fin de gestation (mars-avril), sont couverts par la pousse d'herbe importante à ce moment là.

Chez le mâle adulte, la période de repousse des bois se déroule pendant la saison de végétation intensive. Ils seront à même de pouvoir supporter une perte de poids pendant la saison de rut.

Par contre, le jeune dès 3 mois est confronté à un pâturage pauvre. Il ne retrouvera un pâturage favorable qu'entre 8 et 10 mois.

### **2.2. Répartition**

#### **2.2.1. Dans le monde**

Originaire du Sud-est asiatique (île de Java), le cerf a été introduit dans plusieurs régions plus ou moins éloignées de son aire naturelle.

#### **2.2.2. En Nouvelle Calédonie**

Sa présence remonte à 1870, suite à l'introduction accidentelle de 12 animaux, et il a ainsi pu coloniser tout le territoire. Sa propagation s'explique par la grande facilité d'adaptation de l'espèce, par l'absence d'obstacles naturels et par une faible prédation au début du siècle.

##### **2.2.2.1. Les cerfs en liberté (Chardonnet 1988, 1992)**

Le cheptel de cerf rusa comprend un minimum de 100000 à 120000 têtes sur la Grande Terre. Il constitue probablement l'effectif le plus important de l'espèce dans le monde.

Sa répartition est inégale, surtout concentrée dans le nord et l'ouest de l'île. Cependant l'espèce a colonisé tous les milieux naturels existant. Elle montre ainsi, sa capacité d'adaptation à des habitats très variés.

Le climat est globalement favorable à l'espèce : elle se révèle bien adaptée à la sécheresse mais sensible aux cyclones.

Les températures lui sont favorables, mais les minima absolus sont dangereux pour les faons en hiver (amplitude de l'écart entre les températures nocturnes et diurnes).

Le vent est un facteur de stress climatique.

La densité de la population de cerfs est faible dans les formations primaires (sauf les formations littorales); elle est forte dans les formations transformées, qui constituent des habitats favorables à cette espèce exotique.

Le cerf constitue un gibier de choix sur le territoire. Il est fortement chassé (le quota est de 1 cerf par jour par chasseur sur la saison de chasse), mais aussi sujet au braconnage.

Le cerf constitue une ressource alimentaire importante pour les tribus de montagne. C'est de "la viande courante", bon marché.

Sur le plan écologique, il cause de nombreux dégâts aux cultures, aux plantations forestières et aux pâturages. Déjà, en 1885, soit une quinzaine d'années après son introduction, il était considéré comme nuisible. Il est donc fortement abattu afin de limiter ces effets destructeurs.

#### **2.2.2.2 Les élevages**

L'élevage des cervidés dans le monde est une activité très ancienne, comme l'illustre les exemples chinois et lapons (élevage de rennes).

L'élevage de cerfs rusa a débuté vers 1987. Actuellement, on peut dénombrer une trentaine d'exploitations, pour un nombre d'individus d'environ 12000.

La grande majorité de l'effectif présent dans ces élevages provient de captures de cerfs sauvages (Lebel 1995, 1996).

## **II. CONSIDERATIONS METHODOLOGIQUES**

### **1. Problématique de la gestion des ongulés sauvages : intérêt de l'étude de l'organisation spatiale**

La faune sauvage appartient à notre patrimoine et est une composante importante de la biodiversité de notre planète. Sa fragilité face aux interventions de l'homme justifie l'intérêt grandissant qui lui est désormais accordé. La préserver, chercher à améliorer et favoriser son développement, mais aussi la valoriser, en permettant dans certains cas une exploitation raisonnée par l'homme, constituent les principales occupations que recouvre le terme de gestion de la faune sauvage.

#### **1.1. Notions écologiques essentielles pour assurer la gestion de la faune sauvage**

##### **1.2.1. La notion de population**

Au sens strict, c'est l'ensemble des individus de la même espèce qui vivent sur un territoire dont les limites sont généralement celles de la biocénose dont cette espèce fait partie.

En matière de gestion, on appelle unité de population, l'ensemble organisé des individus de la même espèce dont l'effectif est suffisant pour assurer un développement harmonieux. Elle correspond généralement à une entité socio-démographique complète et autonome ou à plusieurs de ces entités .

Une population est caractérisée par ses effectifs, sa structure des âges, son rapport des sexes sur le plan statique et sur le plan dynamique par son potentiel de reproduction et son taux de mortalité (Primack 1993, Fritz 1994).

##### **1.1.2. La notion de densité (O.N.C. 1984)**

La densité d'une population est le rapport des effectifs de cette population à la surface de la zone géographique occupée. Elle ne doit se calculer que sur l'ensemble de la zone occupée par la population et prendre en compte les variations saisonnières éventuelles.

##### **1.1.2.1. La densité biologiquement optimale et la densité biologiquement supportable**

La densité biologiquement optimale est l'intervalle de variations de la densité dans lequel la population prospère le mieux, en équilibre dans la biocénose.

La densité biologiquement supportable en est la limite supérieure.

##### **1.1.2.2. La densité économiquement supportable**

Elle se définit comme étant la densité maximale qui n'entraîne que des dégâts supportables. Cette notion est délicate à manipuler car elle repose sur



l'appréciation des dégâts supportables. L'équilibre entre la population et les diverses productions agro-forestières sera d'autant plus facile à réaliser que la faune sera considérée comme une production.

### **1.1.2.3. La capacité territoriale**

La capacité territoriale absolue d'une zone, pour une espèce, est la valeur de la densité biologiquement supportable après la période de l'année la plus défavorable à celle-ci.

La capacité territoriale économique est la valeur de la densité économiquement supportable en période critique (par exemple la sécheresse). Il s'agit donc de la densité maximale que le terrain peut porter dans le respect impérieux de l'équilibre, c'est à dire sans risque de dégâts intolérables aux productions agricoles, forestières ou aquacoles.

### **1.1.3. La notion d'unité de gestion**

Le gestionnaire recherche que chaque espèce soit suffisamment représentée en effectifs pour autoriser un développement harmonieux de la population, en évitant que la densité ne dépasse la capacité territoriale économique; il doit s'appuyer sur un découpage territorial en unité de gestion, chacune étant susceptible d'accueillir l'ensemble d'une population toute l'année.

La taille des unités de gestion découle, en conséquence, tant de la taille minimum des populations, que de la capacité territoriale économique. Ainsi, un milieu offrant des disponibilités importantes pour une espèce dont le comportement territorial est marqué, pourra être découpée en unités de tailles réduites. A l'inverse, un milieu n'offrant que des disponibilités limitées pour une espèce au comportement social affirmé devra être partagé en unités de gestion plus importantes (O.N.C. 1984).

Les unités de gestion doivent donc tenir compte du domaine vital annuel, qu'il est indispensable de déterminer. De même, la connaissance de la répartition saisonnière des animaux et les différences locales de densité qu'elle entraîne sont importante à prendre en compte pour la gestion. Leur connaissance permet la prévision de certains événements particuliers (importances des dégâts, sous ou surévaluation lors d'opérations de comptages...) (Race 1990).

Pour approfondir ces notions la lecture de l'ouvrage de Primack (1993) est vivement conseillée.

## **1.2. Organisation spatiale et gestion des ongulés sauvages**

Gérer une population d'ongulés sauvages, c'est être capable sur un site donné et en fonction d'objectifs clairs, précis et préalablement définis, d'en maîtriser la densité et de l'exploiter de manière durable.

Ces actions de gestion de populations d'ongulés sauvages pour être efficaces nécessitent un minimum de connaissances sur la biologie et l'écologie de l'espèce concernée, c'est à dire :

- une connaissance préalable et précise de l'espèce animale concernée et de son statut ;

-une connaissance de son milieu de vie et l'usage qu'elle en fait.

Cette connaissance minimale opérationnelle nécessaire doit permettre la mise au point des différents outils ou techniques de gestion : par exemple, les méthodes de dénombrements des populations, les suivis de bio-indicateurs (variables qui décrivent une population en relation avec son habitat et qui se montrent sensible à un changement d'effectifs ou d'habitat) qui s'adressent directement au fonctionnement du système population-environnement (Gaillard 1995), mais aussi les opérations de sauvegarde, les plans de conservation ou même l'élevage d'espèces non conventionnelles.

La caractérisation de l'organisation spatiale de la population à gérer sur la région considérée fait partie de ces connaissances primordiales avant l'application de tout plan de gestion.

### **1.3. L'organisation spatiale des ongulés sauvages**

#### **1.3.1. Le domaine vital et le territoire**

Le domaine vital (*home range*) représente pour une période donnée l'ensemble des lieux fréquentés par un individu, ou un groupe, au cours de cette période, pour réaliser ses fonctions vitales.

C'est ainsi que l'on peut décrire un domaine annuel, mensuel ou saisonnier.

Par contre, le territoire (*territory*) correspond à la zone défendue par son occupant contre les individus de sa propre espèce. Ainsi, suivant le niveau de sociabilité des espèces, il est possible d'observer ou non un comportement territorial : le cerf rouge (*Cervus elaphus*) est une espèce sociable et donc peu territoriale, contrairement au chevreuil (*Capreolus capreolus*) qui lui a un comportement territorial marqué.

Hayne (1949) définit ainsi le centre d'activité du domaine, qui est le barycentre des localisations pour une période de temps donnée.

#### **1.3.2. Répartition des individus au sein du domaine vital**

Les différents types de répartition spatiales peuvent être décrits suivant les espèces. Sur le plan statistique, on distingue trois principaux types de répartition (C.E.M.A.G.R.E.F. 1984) :

- "régulière" ou "uniforme" : la variance est nulle. Cette répartition est rare dans les populations animales ;

- "contagieuse" ou "en agrégats" : la variance est supérieure à la moyenne. De nombreuses populations animales ont une tendance au groupement; ce type de répartition est liée à une structure sociale élaborée issue du comportement des adultes (groupements familiaux, présence de prédateurs) ou de variations dans les conditions d'habitat de l'espèce (carences alimentaires, conditions météorologiques défavorables, habitat ouvert) ;

- "aléatoire" ou "au hasard" : la variance est égale à la moyenne. Pour qu'une répartition soit vraiment aléatoire, il faut un milieu homogène et aucune tendance régulière au groupement chez l'espèce animale concernée; ce type de répartition est donc peu



fréquent, cependant, des groupes peuvent être répartis au hasard sur le terrain. Cela impose de travailler sur des grandes surfaces (Tableau n°1).

Régulière	Contagieuse	Aléatoire
* * * * *	*** **	* * * *
* * * * *	** * *** **	* ** * * *
* * * * *	** ** **	* * *
* * * * *		* **
* * * * *	*** **	* * * ****
* * * * *	** * **** **	* * * *
* * * * *	*** * ****	* ** **
* * * * *		* * *
* * * * *	*** **	* * * *
* * * * *	** * ** *	* * * *
* * * * *		* *
* * * * *	*** **	* * * *
* * * * *	** * ** *	* * *
		* *
$\sigma^2 = 0$	$\sigma^2 > x$	$\sigma^2 = x$

Tableau n°1 : Les différents types de répartition spatiale d'une population (d'après C.E.M.A.G.R.E.F. 1984)

Si le cerf élaphe est une espèce dont la répartition spatiale peut être considérée comme contagieuse à cause de son comportement grégaire avec groupements matriarcaux et hardes de mâles, le chevreuil est, quant à lui, une espèce à répartition territoriale relativement aléatoire une grande partie de l'année, en dehors de la période hivernale (C.E.M.A.G.R.E.F. 1984).

### 1.3.3. Intérêt de l'étude de l'organisation spatiale

Caractériser l'organisation spatiale d'une espèce sur une zone donnée, consiste à définir le domaine vital des animaux, ses variations saisonnières ou annuelles et l'utilisation qu'ils en font.

L'animal peut se déplacer dans son domaine et donc, en général, il ne l'utilise pas uniformément.

Ces mouvements peuvent être journaliers ou périodiques, liés essentiellement aux besoins alimentaires. Le cerf rouge, par exemple emprunte des itinéraires fixes, bien déterminés et reliant les lieux de remises aux places de gagnage (Race 1990).

Ils peuvent être saisonniers, liés le plus souvent à la reproduction. Le mouflon mâle rejoint pendant le rut la zone dans laquelle il est né (Maublanc communication personnelle).

Ils peuvent également être occasionnels à l'occasion d'un stress (chasse, tourisme, pénurie alimentaire...).

La connaissance de l'organisation spatiale permet d'adapter les techniques de gestion : découpage des unités de gestion en fonction des domaines vitaux, recensement des animaux sur des surfaces suffisamment vastes pour accueillir une population, prise en compte des différences inter sexuelles, prise en compte du déplacement pour adapter les techniques de dénombrement...

## **2. Techniques et méthodes permettant d'étudier l'organisation spatiale des ongulés sauvages**

### **2.1. Les observations**

#### **2.1.1. Les observations directes**

##### **2.1.1.1. Principe**

Il s'agit de recueillir, sur un site bien défini, toute observation d'un ou plusieurs individus de l'espèce étudiée soit lors de parcours à pied (Bideau 1983 a, Maublanc 1985) ou en voiture (Maublanc 1986, Cibien 1989) ou même en avion (Hornbeck 1985), soit lors d'affûts (Bideau 1983 a, Maublanc 1985, 1986). Vincent (1979) utilise, quant à lui, des miradors.

Le travail peut être réalisé sur des animaux marqués (colliers colorés individuels) (Vincent 1979, Maublanc 1986) ou non.

##### **2.1.1.2. Réalisation sur le terrain**

Sur une zone bien identifiée et préalablement définie et à partir d'un protocole sur la fréquence des observations strict, l'opérateur, muni de jumelles ou non, note à chaque contact : la date, l'heure, le nombre d'individus, leur sexe et leur âge approximatif. Puis la position de l'animal ou du groupe est reportée sur une carte. Les surfaces des domaines saisonniers et annuels sont représentées par des polygones convexes joignant les points extrêmes de localisation, obtenus pendant la période considérée (Maublanc 1986).

Bideau (1983 a) considère la notion de groupe dans son sens le plus strict, c'est à dire comme un ensemble d'au moins deux animaux, espacés de moins de 50 mètres et présentant le même type d'activité.

La majorité des études classe les animaux en trois catégories : jeune de moins de 1 an, mâle adulte et femelle adulte (Bideau 1983 a, Maublanc 1985).

##### **2.1.1.3. Problèmes rencontrés dans ce type d'étude**

Le principal problème repose sur la capacité de l'observateur à apercevoir les animaux. Plus le milieu est fermé, plus les observations deviennent délicates. De même, une espèce qui se trouve la plupart du temps à couvert ne permet pas des observations faciles.

Lorsqu'un animal est observé, la distance sujet-observateur peut être plus ou moins importante. L'estimation du point de contact peut donc se révéler plus ou moins précise et dépend en grande partie de l'expérience et de la maîtrise de l'observateur.

De plus certaines espèces ne se laissent pas approcher facilement et l'observateur, dans certains cas, cause un effet dérangement sur les populations non négligeable.



### **2.1.2. Les observations indirectes**

#### **2.1.2.1. Principe**

Là aussi, il s'agit d'un recueillir toute preuve de la présence d'individus : dans le cas du cerf, on s'intéressera aux pistes, aux fumées, à la dégradation des végétaux (Attié 1994).

Les fumées sont souvent rencontrées sur les lieux de gîtes et dans les endroits où l'animal va trouver sa nourriture.

#### **2.1.2.2. Limites**

On peut se rendre compte de la difficulté que posent ce type d'observations. Plus encore que dans le cas précédent, les preuves sont difficiles à trouver, à étudier, à interpréter.

Il semble préférable donc d'utiliser ces observations indirectes en complément seulement d'un autre programme.

### **2.2. La radio-télémetrie**

L'emploi de la radio-télémetrie dans les sciences biologiques est déjà ancien (Winters 1921), mais c'est la miniaturisation des composants électroniques et des batteries qui, dès 1948 (Fuller 1948), a donné un nouvel élan à ce principe.

Actuellement les moyens utilisés peuvent atteindre un très haut degré technologique : par exemple les systèmes automatiques d'enregistrements ou l'utilisation de satellites relais (Ballard 1995, Nelson 1995).

La télémetrie concerne toute transmission à distance de la valeur d'un paramètre quelconque.

La radio-télémetrie consiste en la transmission d'une onde radio et se présente sous deux variantes dans le domaine biologique : la biotélémetrie et le radio-tracking.

#### **2.2.1. La biotélémetrie**

Elle consiste en la transmission à distance de paramètres biologiques par ondes radios et ultrasonores. Il serait donc plus juste de parler de radio-biotélémetrie.

Il peut s'agir par exemple de la température interne ou cutanée, de l'électrocardiogramme... (Boillot 1986, Janeau 1994).

#### **2.2.2. Le radio-tracking**

C'est une méthode qui permet le repérage d'une source radioélectrique ou sonore grâce à un système de réception directionnel. Cette méthode est très largement employée sur la faune sauvage car elle permet notamment d'avoir des informations sur la biologie, les déplacements, le domaine vital (Janeau 1979, Sargeant 1980, Bideau 1983 a, Boillot 1986, Kenward 1987, White 1990).

### 2.3. Choix méthodologique

L'objectif de ce travail est l'étude de l'organisation spatiale du cerf rusa. Pour la caractériser nous avons retenu la technique du radio-tracking, car elle permet une localisation précise d'un individu à un instant "t" (Bideau 1983 b) et de déterminer avec plus de précision que les techniques d'observations directes les limites des domaines fréquentés par les animaux (Semperé 1986, Dubray 1990).

## 3. Le radio-tracking

### 3.1. Le matériel

Il se compose de balises radio-émettrices comprenant un émetteur proprement dit, une source énergétique sous forme de batteries et une antenne émettrice, puis d'un système de réception et d'une antenne réceptrice.

#### 3.1.1. Les balises radio-émettrices

##### 3.1.1.1. L'émetteur

Le principe de fonctionnement de l'émetteur repose sur un montage électronique dont le coeur est un quartz qui génère une fréquence dont on utilise généralement une harmonique. Cette fréquence est émise sous forme d'impulsions et est caractérisée par une longueur d'onde  $\lambda$ , telle que :

$$\lambda = \frac{V}{F}$$

V = vitesse de propagation dans le milieu en m/s  
F = fréquence d'émission en Hz

Après avoir été amplifié, le signal se propagera par une antenne d'émission omnidirectionnelle.

La fréquence des impulsions ou "bips" ne doit pas être inférieure à 90 par minute et chaque "bip" doit durer au minimum 20 milli-secondes pour que l'observateur puisse percevoir correctement le signal et donc réaliser une bonne mesure (Sargeant 1980). Pour sa part, Kenward (1987) estime que des fréquences comprises entre 50 et 70 pulsations par minute sont suffisantes pour un suivi d'animaux de grande taille.

##### 3.1.1.2. Les batteries

Sur le marché, il existe un certain nombre de types de batteries caractérisées par leurs poids, leur volume et l'électrolyte employé. Le problème majeur est de réaliser un montage qui soit le moins contraignant possible pour l'animal. Les piles au lithium permettent à volume égal d'avoir une capacité double des autres types de piles et surtout un courant de décharge qui ne chute qu'en fin de réserve d'énergie.

L'émetteur doit avoir un poids et un encombrement faible quelque soit sa puissance. Le principal problème est d'alimenter ce récepteur en énergie sans que le poids des piles soit trop important. Plus un émetteur sera puissant et sa durée

importante plus le poids et l'encombrement des piles seront importants (Kenward 1987, Janeau 1994).

Il sera donc nécessaire de trouver le meilleur compromis possible pour un confort optimum de l'animal.

### **3.1.1.3. L'antenne émettrice**

La longueur des antennes émettrices est proportionnelle à la longueur d'onde. En travaillant en basses fréquences, la longueur des antennes devient vite un problème pour l'animal. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on utilise des antennes émettrices en boucle lorsqu'on travaille dans ces fréquences. Sinon on utilise des antennes de type "fouet" qui sortent de l'ensemble pile-émetteur et qui tombent sur le coup de l'animal.

### **3.1.1.4. L'ensemble émetteur-piles-antenne**

L'ensemble émetteur, piles et base de l'antenne doit être solidaire, étanche, protégé contre les chocs et doit pouvoir s'adapter à un collier. Kenward (1987) décrit les différentes techniques possibles pour la réalisation de ces colliers. Un compromis doit être fait entre la fiabilité de l'ensemble et son poids. D'une manière générale, la limite supérieure à ne pas dépasser est de 3 à 4 % du poids du corps chez les oiseaux et 5 à 6 % chez les mammifères (Tester 1971).

Le système d'attache doit être approprié à l'espèce pour tenir compte du volume du corps de l'animal, de ces caractéristiques anatomiques (variation saisonnière du volume du cou par exemple), de son mode de vie, de ces déplacements et de son âge (colliers extensibles pour les jeunes) (Kenward 1987).

Aucune modification du comportement n'est généralement notée chez les mammifères porteurs d'émetteurs hormis dans les premières heures qui suivent le lâcher de l'animal, mais cette modification du comportement peut également être due au stress lié à la capture (Boillot 1986).

Remarquons qu'une implantation dans le corps de l'animal est possible mais d'une facilité d'emploi et d'un rendement moindre.

### **3.1.2. Les récepteurs**

Il existe sur le marché un grand nombre de types de récepteurs disponibles. Ils sont caractérisés par leur longueur d'onde, qui est la même que celle des émetteurs choisis et le nombre de canaux, qui détermine le nombre d'animaux qu'il est possible de suivre (Boillot 1986).

Le plus souvent, l'observateur détecte les niveaux du signal à l'oreille, soit par un haut parleur du récepteur, soit à l'aide d'un casque d'écoute, qui permet en plus d'atténuer les bruits environnants. Les récepteurs peuvent être également équipés d'indicateurs de niveau du signal.



### 3.1.3. Les antennes réceptrices

Ces antennes sont caractérisées par leur gain (capacité à amplifier un signal), leur directivité et leur taille (Boillot 1986). Plus le gain d'une antenne est élevé, plus elle est directive et plus elle est capable de déceler un signal lointain (Janeau 1994).

On utilise des antennes en boucle ou des antennes de type Yagi, ces dernières étant le plus souvent utilisées.

Une antenne de ce type se compose d'un ou plusieurs brins directeurs, d'un dipôle et d'un réflecteur (Figure n° 1).

La taille de ce type d'antennes de réception est proportionnelle à la longueur d'onde : en effet, le dipôle doit mesurer la moitié de la longueur d'onde ( $\lambda/2$ ). Pour une fréquence de 150 MHz, la vitesse de l'onde électromagnétique étant de  $300.10^6$  mètres, la longueur du dipôle doit donc être de 1 mètre (Boillot 1986, Kenward 1987, Janeau 1994).

Elles peuvent être portables à 2 ou 4 brins, ou bien pour poste de réception fixe ou mobile pouvant aller jusqu'à 19 brins. Dans ce dernier cas, elles sont fixées soit sur un véhicule soit sur un trépied en poste fixe (Figure n° 2).

### 3.1.4. Les unités d'enregistrement

Elles sont composées de calculateurs reliés à des tables traçantes donnant les coordonnées des animaux et leur localisation sur des cartes d'état-major, pendant qu'une horloge enregistre l'heure du pointage. Ce sont des systèmes lourds et onéreux.

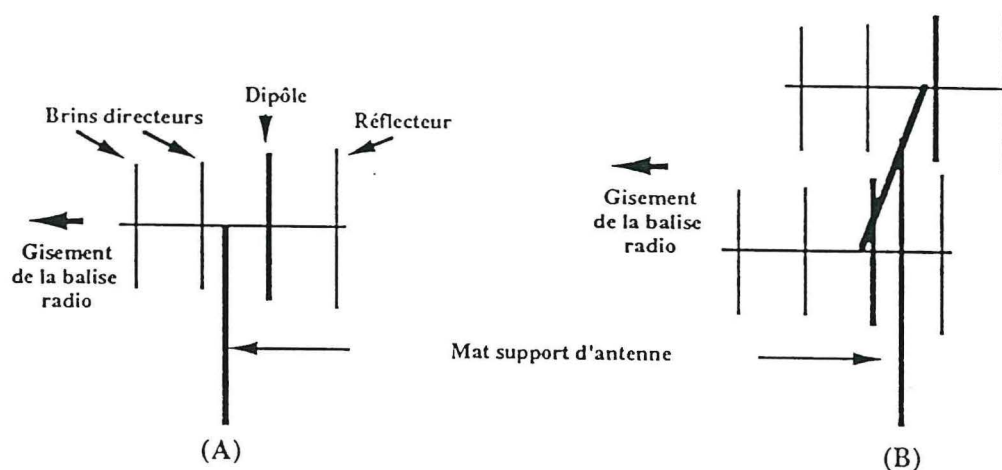


Figure n° 1 : Schéma d'une antenne yagi 4 éléments (A) et d'un montage en parallèle de deux antennes yagi de 4 éléments destinés à être utilisé, soit en phase, soit en opposition de phase (B) (d'après Janeau 1994)

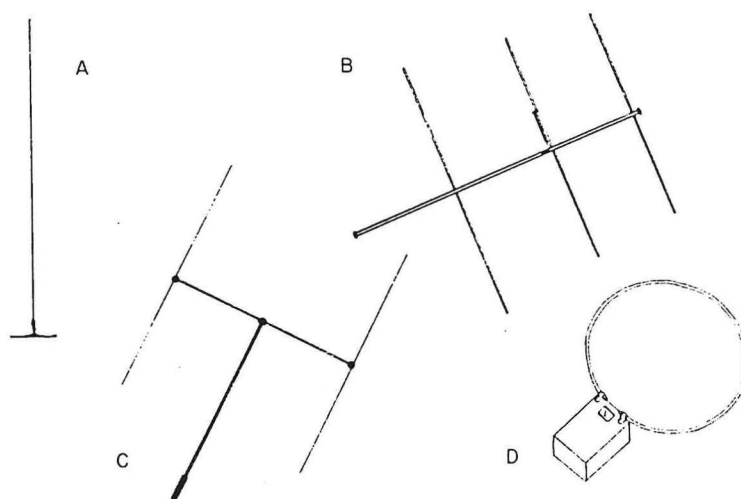


Figure n° 2 : Les antennes les plus utilisées en radio-tracking mobile : un dipôle (A), une antenne yagi à 3 éléments (B), une antenne H-Adcock (C) et une antenne en boucle montée sur un récepteur (D) (d'après Kenward 1987)

### 3.2. Principes de bases de la radiolocalisation

#### 3.2.1. Principe général

Pour localiser une balise radio, deux stations de réception, dont les coordonnées géographiques sont connues, sont nécessaires.

Chacune de ces stations mesure le gisement de la balise radio-émettrice portée par l'animal exprimé en degré et dont la précision est fonction de la directivité de l'antenne réceptrice utilisée. Le gisement correspond à la bissectrice d'un angle dont la valeur est le double de l'erreur angulaire potentielle.

Ainsi, la balise radio recherchée se situe dans l'aire délimitée par l'intersection de deux gisements déterminés à partir de deux points de réception (Figure n° 3).

Cette aire est appelée polygone d'erreur (Heezen et Tester 1967) (figure n° 4).

Il ne s'agit que d'une estimation, car cette technique de "triangulation" est source de nombreux biais (Springer 1979, Lee 1985, White 1986).

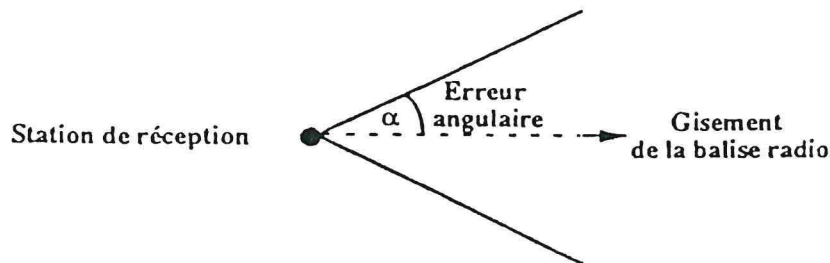


Figure n° 3 : Représentation schématique de la mesure d'un gisement d'un signal (d'après Janeau 1994)

La surface de ce polygone varie, d'une part en fonction de la distance entre les points de réception et la balise (Figure n° 5), et d'autre part en fonction de l'angle d'intersection des deux gisements. La précision peut être améliorée en essayant de réduire cette zone d'incertitude par des pointages supplémentaires (Boillot 1986, Garrott 1986).

Il est indispensable d'utiliser des systèmes pour lesquels l'erreur angulaire potentielle est la plus faible possible (Kenward 1987, Janeau 1994).

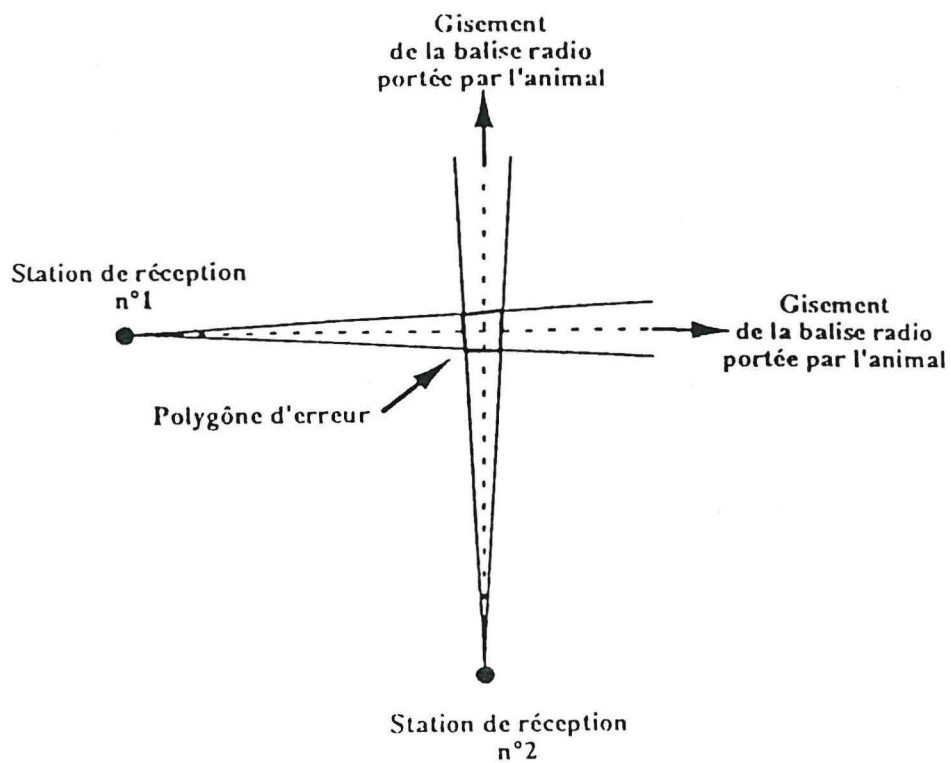


Figure n° 4 : Notion de polygone d'erreur (d'après Janeau 1994)

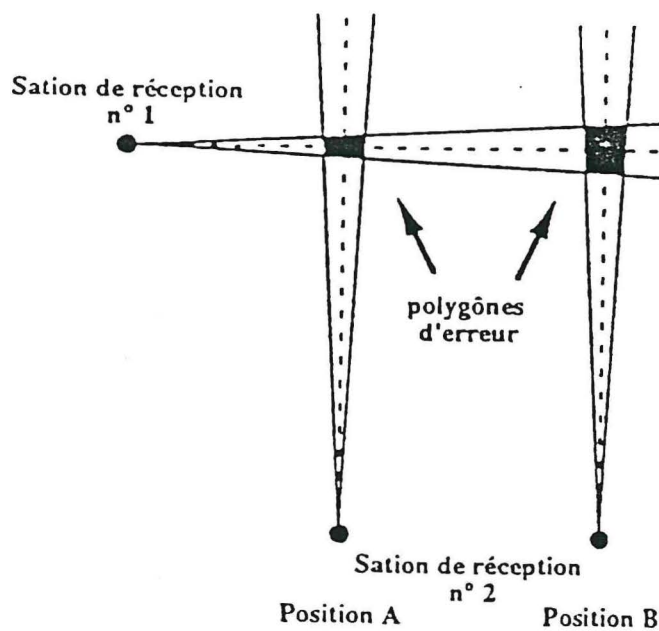


Figure n° 5 : Représentation de l'augmentation de la surface du polygone d'erreur en fonction de la distance (d'après Janeau 1994)



### 3.2.2. Estimation de l'erreur angulaire et de la surface du polygone d'erreur

Avant toute utilisation sur le terrain, il est indispensable de connaître la valeur de cette erreur angulaire et ainsi la surface du polygone d'erreur dans lequel nous allons pouvoir placer les animaux repérés. Saltz (1994) regrette que de nombreuses études ne précisent pas ces paramètres.

La valeur de l'erreur angulaire est estimée en comparant les gisements de balises émettrices, fixes sur la zone d'étude et de positions géographiques connues, avec les azimuts réels, tels que nous les donne la carte de la zone étudiée.

Ensuite, nous faisons une estimation de la surface du polygone d'erreur à minima (Janeau 1994), en considérant le cas où les bissectrices des angles des gisements sont sécants à 90° et en ramenant cette surface à celle d'un carré dont le côté est égal à deux fois la tangente de l'erreur angulaire multipliée par la distance entre le point de réception et la balise radio (pour simplifier, nous avons considéré que cette distance était identique pour les deux stations de réceptions).

Par exemple, Dubois (1994), dans son étude du Mouflon corse (*Ovis musimon*) sur le massif du Carroux (Hérault), travaille avec une erreur angulaire de  $\pm 20^\circ$  et ainsi, une surface (S) du polygone d'erreurs de 13,5 ha à une distance de 500m.

$$S = (2 \cdot 500 \cdot \tan 20^\circ)^2 = 135000 \text{ m}^2$$

Des méthodes informatiques d'estimation des erreurs en radiolocalisation se sont développées (Saltz et Alkon 1985).

## 3.3. Localisation de la balise radio-émettrice sur le terrain

### 3.3.1. Le référentiel

Les gisements relevés n'ont de valeur que par rapport à un référentiel. Pour établir celui-ci, à chaque mise en place d'une station de réception, on peut soit faire un calage de celle-ci en fonction du nord magnétique soit en fonction de balises radio fixes, au moins deux, de coordonnées géographiques connues (Janeau 1994).

### 3.3.2. Le nombre d'antennes utilisées

#### 3.3.2.1. Une seule antenne par récepteur

Dans le radio-tracking manuel effectué avec un seul poste de réception, la triangulation s'effectue en circonscrivant l'emplacement où l'émetteur a été repéré et en effectuant des pointages sur l'émetteur sous plusieurs angles (Boillot 1986).

Ces déplacements d'un point à un autre sont plus ou moins importants suivant la distance et les accidents topographiques. Ceci entraîne le risque de ne pas prendre en compte certains déplacements qui auraient pu avoir lieu entre temps (Tester 1971).

Ainsi, la localisation correcte par goniométrie d'un émetteur en mouvement est réalisée par deux mesures synchrones à partir d'au moins deux points (Boillot 1986, Janeau 1994).

Sur le plan pratique, on effectue une rotation manuelle de l'antenne : la valeur angulaire où le signal passe par un maximum est relevée et les bornes de cet angle sont repérées par rapport au nord magnétique; la bissectrice de cet angle détermine le gisement de la balise (Boillot 1986, Kenward 1987). Boillot (1986), dans le cadre de son étude sur le chamois en zone montagneuse, obtient pour cet angle des valeurs variant entre 20 et 90°; d'où la nécessité de réaliser des pointages successifs.

### **3.3.2.2. Utilisation d'antennes réceptrices doubles (figure n° 6)**

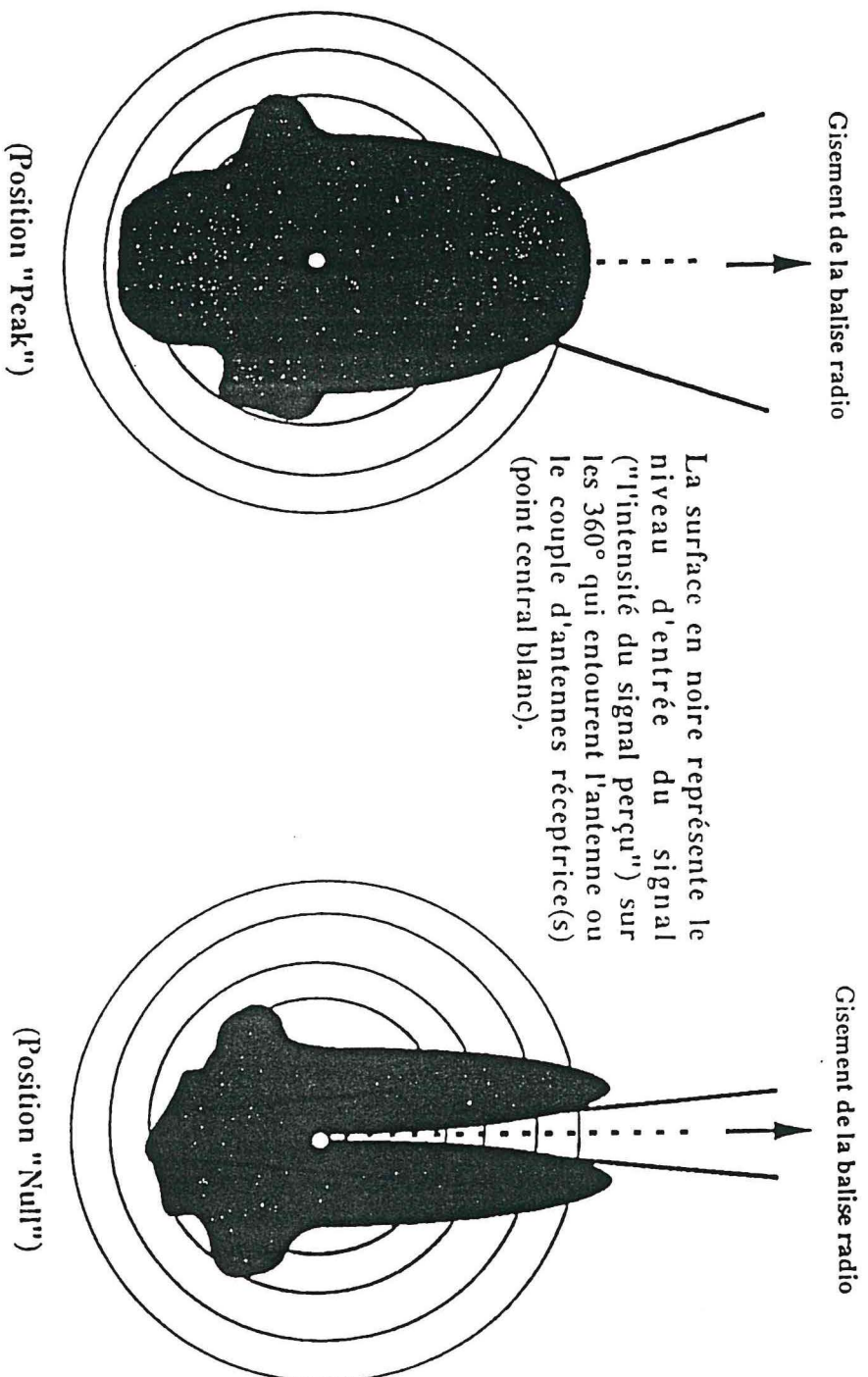
Pour augmenter la précision sur la mesure, on peut utiliser des antennes doubles de type Yagi, soit en phase soit en opposition de phase. Les antennes sont en phase lorsque les signaux reçus par les deux antennes parviennent simultanément au récepteur; elles sont en opposition de phase lorsque le signal de l'antenne 1 parvient au récepteur à un instant  $t$  et le signal de l'antenne 2 à un instant  $t + T/2$  ( $T$  = période de l'onde).

Lorsque les antennes sont en phase, on observe un maximum de réception ou "Peak", et lorsqu'elles sont en opposition de phase un "Null" correspondant à l'extinction du signal et situé au centre du "Peak".

Ce "Null" est observé lorsque les deux antennes se trouvent à égale distance de la balise radio-émettrice, dans ce cas l'erreur angulaire peut atteindre  $\pm 0,5^\circ$  (Amlaner 1980).

En principe, le passage en opposition de phase se fait par une boîte de transfert.

Figure n° 6 : Représentation schématique du diagramme de directivité d'un couple d'antennes yagi en phase (position "Peak") et en opposition de phase (position "Null"). Les cercles concentriques représentent le niveau du signal parvenant à l'antenne (d'après Janeau 1994)





Sur le plan pratique, le plus simple est de rechercher d'abord le "Peak", puis, après passage en mode opposition de phase, le "Null".

Les antennes doubles sont fixées à un mât. Plus l'antenne est haute et plus le signal provenant de la balise émettrice sera accessible. Un système de localisation géographique est fixé au mât soit sous forme d'un repère et d'une rose des vents, soit sous forme d'une couronne graduée qui défile devant une mire fixée au socle de la station de réception (Janeau 1994).

Le mât peut être sujet à des torsions; il doit donc être le plus rigide possible. L'action mécanique du vent sur le mât est une source d'erreurs, il est conseillé de ne pas réaliser de mesures si la vitesse du vent est supérieure à 50 km/h (Tester 1971).

### **3.3.3. Position des stations de réception**

#### **3.3.3.1. Le radio-tracking mobile**

Effectué soit à pied avec une antenne réceptrice simple, soit à l'aide d'un véhicule sur lequel est monté un mât avec une antenne réceptrice double (Maublanc 1987), soit à l'aide d'un avion (Gilmer 1981) ou d'un bateau (Winter 1978), suivant le type d'animal étudié et le milieu dans lequel il se trouve.

Cette méthode permet de fournir des localisations régulières des sujets marqués.

La précision du système doit être optimisée en effectuant des relevés séparés par des intervalles de temps très courts, le plus près possible des animaux (maximum 500 m) et de façon que l'angle formé par les deux directions données par l'antenne s'approche de 90°. Les sites des stations de réception doivent être choisis avec le plus grand soin, ils doivent se situer dans des endroits dont la position géographique est connue avec la plus grande précision.

Il est indispensable d'effectuer un travail préliminaire de reconnaissance de la zone d'étude dans son intégralité, appelé "test radioélectrique de la zone" (Boillot 1986). Pour ce faire, des balises émettrices fixes de position connue sont réparties sur le terrain d'étude et les gisements obtenus à partir des différents points de réception sont comparés entre eux. Une carte des zones où la propagation des ondes est perturbée peut être ainsi établie (Janeau 1994).

Pour l'exploitation des données, il est important d'évaluer la précision obtenue à partir d'animaux observés à découvert (Maublanc 1986).

#### **3.3.3.2. Le radio-tracking à postes fixes**

Réalisé à partir d'au moins deux postes fixes : antennes fixées sur un trépied, véhicules équipés d'un mât sur lequel sont fixées des antennes (Janeau 1994), tours équipées d'antennes avec des systèmes rotatifs (Lee 1985), qui peuvent être automatisés (Deat 1980).

Cette méthode permet d'augmenter la fréquence et la quantité des relevés. De plus, dans ce cas, les relevés sont synchrones, ce qui diminue les erreurs liées au déplacement de l'animal entre deux relevés.

Elle permet donc d'étudier le mode d'occupation et la stabilité des domaines des animaux ainsi que les degrés de fréquentation des habitats présents sur le terrain d'étude (Maublanc 1986).

### **3.4. Influence des éléments physiques et climatiques sur la propagation des ondes**

#### **3.4.1. Choix de la fréquence**

Plus la fréquence diminue plus sa longueur d'onde augmente, et donc plus l'onde est capable de pénétrer un milieu dense.

A chaque longueur d'onde correspond une quantité d'énergie. Plus la longueur d'onde est grande, plus l'énergie engendrée est importante.

Chaque matériau a une capacité à absorber et réfléchir l'énergie. Plus l'énergie incidente sera grande, plus l'énergie réfléchie sera importante.

Dans un milieu dense, il est préférable de travailler avec des basses fréquences. Mais, comme nous l'avons vu plus haut, plus on travaille avec des fréquences basses, plus le matériel devient volumineux.

De ce fait, la majorité des études utilise une gamme de fréquences autour de 150 MHz, ce qui permet le meilleur compromis (Boillot 1986, Maublanc 1986, Janeau 1994).

#### **3.4.2. Perturbation de la transmission des ondes par des éléments physiques**

##### **3.4.2.1. Les obstacles**

La rencontre d'obstacles peut entraîner une perte du signal. Dès que la longueur d'un obstacle égale ou dépasse la longueur d'onde, il se crée juste derrière l'obstacle une zone d'ombre où le signal est soit très faible soit nul.

##### **3.4.2.2. Les réfractions ou les réflexions (Figure n° 7)**

Il s'agit d'un écho sur des éléments naturels (paroi rocheuse, lisière de forêt très dense...) ou artificiels (bâtiments). Dans ce cas, la rotation complète de l'antenne réceptrice permet de rencontrer non plus un point de signal mais deux ou plus.

Sur le plan pratique, il est important de balayer toute la zone de réception avec l'antenne réceptrice. Pour diminuer le biais induit, il est intéressant d'effectuer plusieurs relevés à partir de points différents et ainsi, éliminer les gisements de faible précision (Garrot 1986).

Dans un système à double antenne, il faut examiner les différents "Peak" et "Null". La bonne direction est celle pour laquelle le signal a le plus d'intensité et de symétrie (Lee 1985, Sargeant 1980, Janeau 1994).



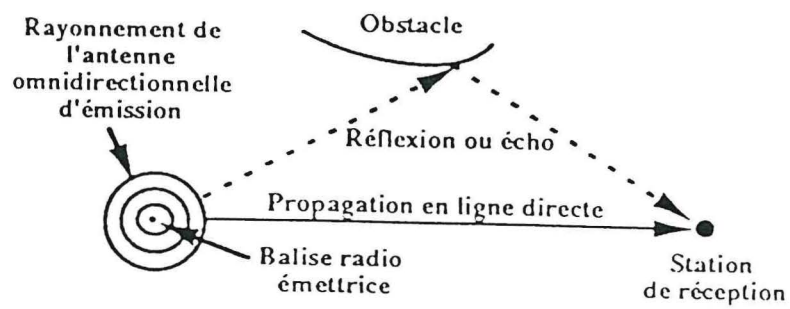


Figure n° 7 : Représentation schématique du comportement d'une réflexion ou d'un écho (d'après Janeau 1994)

### **3.4.3. Perturbation de la transmission des ondes par des éléments climatiques**

Les ondes électromagnétiques peuvent être également altérées par les conditions climatiques qui agissent soit en détériorant le signal comme l'orage, soit en perturbant sa propagation par modification des propriétés physiques de l'air comme lors de fortes pluies, lors de brouillard intense (Sargeant 1980, Lee 1985).

### **3.5. L'observateur**

L'expérience de l'observateur est fondamentale et passe par un apprentissage suffisant de façon à permettre une maîtrise correcte de cette technique. De plus sur des suivis longs et avec une fréquence de relevés élevée, la vigilance de l'observateur peut s'émousser (Springer 1979, Janeau 1994).

### **3.6. Les applications**

#### **3.6.1. La radio-surveillance**

Le but de cette application est de localiser l'animal radio-équipé afin de le voir et ainsi, de réaliser des observations comportementales, sociales... Cette technique est particulièrement utile dans le cadre de la surveillance d'animaux nocturnes (Kenward 1987).

Il est également possible d'estimer la durée de vie des animaux équipés et ainsi de pouvoir déterminer l'impact d'une prédation éventuelle (Mech 1967).

#### **3.6.2. Le radio-positionnement**

Dans cette approche, il n'est plus question de voir l'animal, mais de le localiser sur une période et à des fréquences définies, afin d'estimer son organisation spatiale.

Il sera donc possible de déterminer un domaine vital, mensuel ou saisonnier, d'estimer la zone d'activité journalière par des suivis de 24 heures avec, par exemple (Laundré 1987), un relevé toute les 15 ou 30 minutes, de définir un degré d'occupation de ce domaine, d'observer un éventuel recouvrement des domaines entre les différents animaux...

**DEUXIEME PARTIE :**  
**ETUDE DE L'ORGANISATION SPATIALE DU CERF RUSA EN NOUVELLE**  
**CALEDONIE PENDANT LA PERIODE DU RUT**  
**(JUILLET - AOUT 1996)**

## **1. MATERIEL ET METHODE**

### **1.1. Site d'étude et période d'étude**

#### **1.1.1. Présentation du site d'étude**

Le site d'étude retenu, la propriété de Gouaro-Déva, sur la Côte Ouest et dans la région centrale de l'île, a été acquis par la Province Sud en 1993 (Carte n° 1). Elle s'étend sur 7800 ha environ. Ses limites naturelles sont au nord-est la ligne de crêtes qui s'étend du pic Bwé Déa au pic Mazade, au nord-ouest les Montagnes Blanches, au sud sud-ouest la façade maritime de Poé au cap Goulvaint et à l'est la RT 27 (carte n° 2).

C'est une région collinaire, où les sommets atteignent 100 à 200 mètres d'altitude qui débouche sur une zone de plaine côtière en bordure de l'Océan. Elle est bien découpée et aérée par des vallées dont l'altitude est très basse, et notamment, les vallées Tabou, Papaye et des Cannes autour de la Déva, lieux privilégiés de notre étude.

Le climat y est assez sec. Le rythme saisonnier ne présente pas de différences par rapport à celui de l'ensemble du Territoire. La pluviométrie varie, en moyenne, de 1000 à 1500 mm par an (O.R.S.T.O.M. 1989).

Nous nous sommes limités à une zone rectangulaire de 5 et 6 km de coté (zone comprise entre les points 7616200 et 7616800 pour les ordonnées et 533200 et 533700 pour les abscisses en coordonnées UTM).

Une ligne de crêtes sépare cette zone en deux :

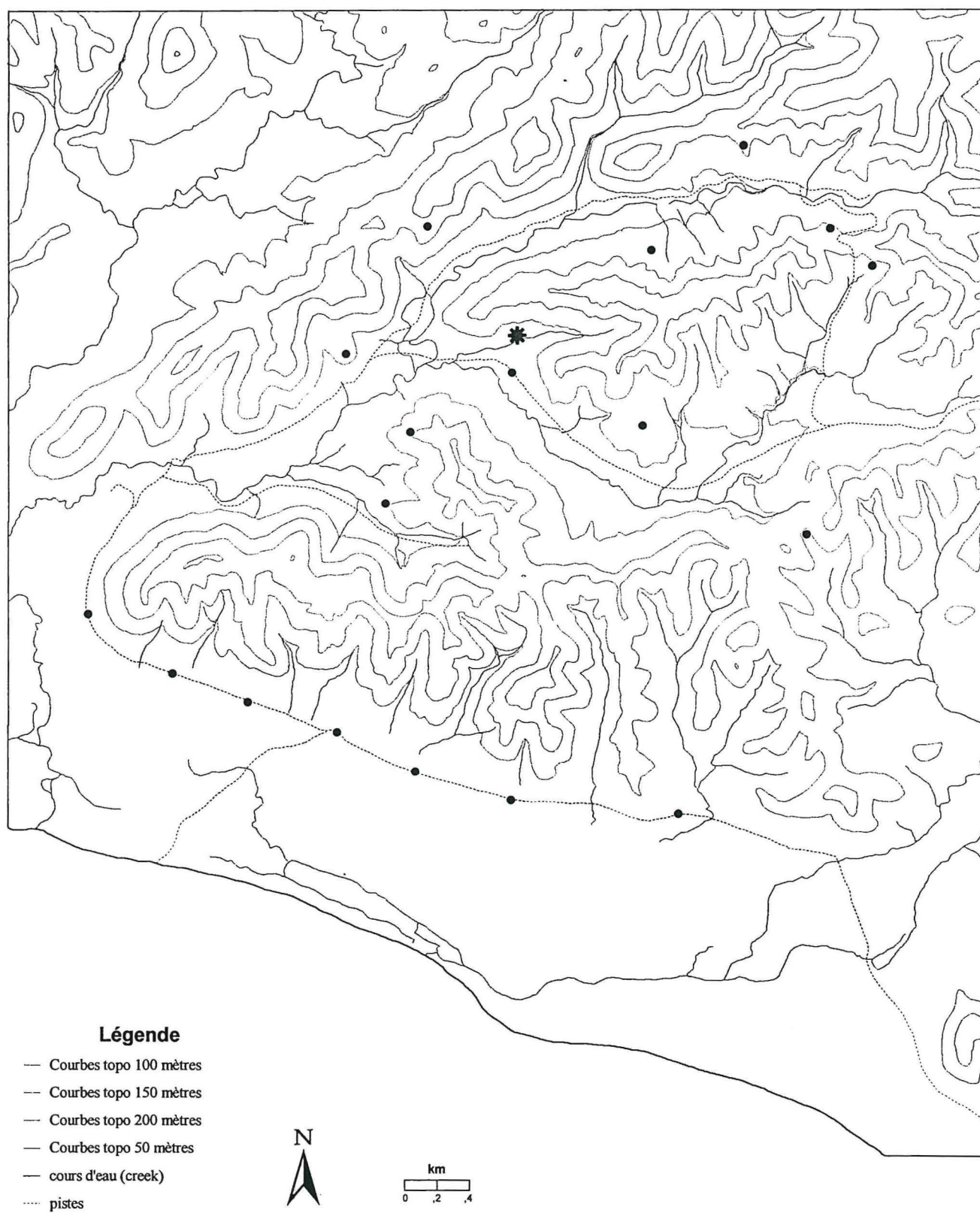
- une zone de bord de mer
- une zone de vallées

C'est une région dominée par la savane (savane à graminées et arbustes, notamment les goyaviers, savane piquetée à niaoulis), mais on peut également rencontrer des maquis à niaoulis nains et à fougères et de la forêt sur certains versants des plus hauts reliefs et le long des ruisseaux (forêt galerie).

Un travail de zonage-classification de la propriété selon la végétation a permis de distinguer 8 principales zones homogènes abroustées par le cerf, selon la physionomie végétale et les espèces dominantes (Le Chartier 1996) (Tableau n° 2).

La zone de bord de mer est recouverte par les types A,F,G et H, la zone de vallée par les types B,C et D. Le type B domine sur les flancs de collines.





Carte n° 2 : Présentation topographique de la zone d'étude (d'après Le Chartier 1996)  
 (• station d'écoute, \* lieu de lâcher)

<b>Zone</b>	<b>Recouvrement Herbacées / Recouvrement Ligneux</b>	<b>Principales espèces</b>
A	2,4	<i>Bothriochloa pertusa</i> <i>Heteropogon contortus</i> <i>Acacia farnesiana</i> <i>Psidium gajava</i>
B	7,8	<i>Themeda gigantea</i> <i>Psidium gajava</i>
C	7	<i>Chrysopogon aciculatus</i> <i>Psidium gajava</i> <i>Vitex trifolia</i>
D	5,8	<i>Bothriochloa pertusa</i> <i>Acacia farnesiana</i>
E	0,25	<i>Passiflora suberosa</i> <i>Psidium gajava</i>
F	1,2	<i>Acacia farnesiana</i> <i>Bothriochloa pertusa</i> <i>Lantana camara</i>
G	2,5	<i>Stenotaphrum dimidiatum</i> <i>Passiflora suberosa</i> <i>Acacia simplex</i> <i>Acacia farnesiana</i>
H	0,69	<i>Passiflora suberosa</i> <i>Solanum micranthum</i> <i>Lantana camara</i>

Tableau n° 2 : Principales zones de végétation abroustis par les cerfs et espèces dominantes

La faune présente est dominée par le cerf rusa, le cochon sauvage (*Sus scrofa domestica*). On observe également la roussette (*Pteropus sp.*) ainsi que de nombreuses espèces d'oiseaux, dont quelques endémiques (citons par exemple l'émouchet bleu (*Accipiter haplochrous*) et le corbeau calédonien (*Corvus moneduloides*)).

Le cerf y est traditionnellement chassé depuis des dizaines d'années et les chasseurs estiment la population de cerf entre 5000 et 10000 individus. Mais ces chiffres sont totalement subjectifs et ne reposent sur aucune étude valable.

La propriété de Gouaro Déva est un site intéressant car elle représente l'un des derniers grands espaces sauvages relativement protégé et que les populations y évoluent dans un environnement naturel. La densité en cerf y est importante et il existe une maîtrise relative dans les prélèvements par la chasse.

De plus, cette zone est la propriété de la Province Sud qui est partie prenante dans le projet, ce qui nous a facilité l'accès au site et permet l'utilisation des infrastructures existantes.

### **1.1.2. Période d'étude**

Nous avons travaillé du 07 juillet au 01 septembre 1996, ce qui correspond à la période de rut du cerf rusa (Bianchi 1992).

## **1.2. Le matériel utilisé**

### **1.2.1. Choix du radio-tracking mobile**

L'objectif du projet est à terme de mettre en place un programme de gestion du cerf rusa, sur la propriété concernée, par une technique de dénombrement.

Ainsi, la caractérisation du domaine vital des individus, de ses variations saisonnières et son mode d'utilisation constituent les bases de la connaissance minimale opérationnelle nécessaire.

Le travail que nous avons réalisé s'inscrit dans ce cadre et constitue une première étape.

Le radio-tracking mobile à main présentait un compromis efficacité-coût adapté pour ce genre d'étude.

Le matériel a été commandé auprès de la société Syrtrack (Nouvelle Zélande).

#### **1.2.1.1. Les émetteurs**

Les colliers émetteurs ont été achetés déjà montés. La fréquence des impulsions émises est de 60 pulsations par minute et chaque "bip" dure 18 millisecondes. Chaque émetteur a une fréquence propre d'émission. Ces fréquences sont espacées de 25 KHz et la première est de 160.1375 MHz.

La durée d'émission des colliers est de 41,2 mois soit un peu moins de trois ans et demi.



A chaque collier est attribuée une série de couleurs différentes. Ceci permettant la réalisation d'observations directes des animaux ainsi équipés et de poursuivre le suivi après l'arrêt d'émission du collier (Tableau n° 3 ).

#### 1.2.1.2. L'antenne réceptrice

Nous avons utilisé une antenne de type Yagi à 3 brins.

#### 1.2.1.3. Le récepteur (annexe n° 1)

Il s'agit du modèle Merlin 12. Nous l'avons retenu, car il permettait un bon compromis entre qualité et confort d'écoute et maniabilité et facilité d'emploi sur le terrain.

La plage de réception est comprise entre 160 et 161.5 MHz, elle est divisée en quatre bandes de réception comprenant chacune 12 canaux.

#### 1.2.2. Etalonnage du matériel

Une étude sérieuse et rigoureuse ne peut être envisagée sans avoir une connaissance des performances, de la fiabilité du matériel et de la précision des relevés qui seront effectués (White 1986). De même, l'opérateur nécessite un apprentissage avec le matériel utilisé suffisant.

Tous les auteurs consultés soulignent l'obligation de procéder à des essais du matériel *in situ* pour l'étalonner dans la zone d'étude (Kenward 1987, White 1990, Janeau 1994).

Des émetteurs ont été fixés sur un piquet, à une hauteur au sol équivalente à celle d'une encolure de biche et placés en des points remarquables et repérables sur une carte. Puis, différentes mesures en fonction du milieu, de la topographie et de la distance ont été réalisées suivant le canevas présenté ci-dessous.

	milieu ouvert	milieu mi-fermé	milieu fermé
terrain plat	- 100 m - 500 m - 1000 m	- 100 m - 500 m - 1000 m	- 100 m - 500 m - 1000 m
terrain accidenté	- 100 m - 500 m - 1000 m	- 100 m - 500 m - 1000 m	- 100 m - 500 m - 1000 m

Ainsi, nous estimerons une valeur de notre erreur angulaire ( $\alpha$ ), et donc la surface (S) de notre polygone d'erreur assimilé à un carré par la méthode d'estimation à minima (Janeau 1994) :

$$S = (2 \times \tan \alpha \times d)^2 \quad \text{avec } d = \text{distance maximale émetteur-récepteur.}$$



89 mesures ont été réalisées en essayant d'utiliser les différents types de milieux et à des distances comprises entre 50 et 800 mètres (figure n° 8).

L'erreur angulaire obtenu est de  $2.77^\circ$  en moyenne avec un écart type de 3.

Ainsi, en estimant travailler à 500 mètres maximum, la surface de notre polygone d'erreur est donc de :  $S = (2 \times \tan 2.77 \times 500)^2 = 2341 \text{ m}^2 = 0.23 \text{ ha}$ .

De ce fait, un carroyage de la carte de 100 m x 100 m sera utilisé et toute localisation d'un animal sera reportée au centre du carreau dans lequel elle se trouve.

### **1.2.3. Autres matériels**

#### **1.2.3.1. Les cartes**

Nous avons utilisé des cartes établies par l'Institut Topographique Calédonien, à l'échelle du 1/10000. L'écart angulaire entre le nord géographique et le nord magnétique est de  $12^\circ$ ; il en sera toujours tenu compte pour nos localisations sur la carte.

#### **1.2.3.2. Le matériel de géo-positionnement**

Il s'agit d'un compas de visée de la société Plastimo, modèle Isis 50.

CERF	POIDS	FREQUENCE MHz	RECEPTION BANDE	CANAL	COULEUR COLLIER
n° 1	51,8	160.1375	1	1	Blanc
n° 2	48,9	160.1625	1	2	Noir
n° 3	43,6	160.1875	1	3	Rouge
n° 4	50,9	160.2125	1	4	Vert
n° 5	52,8	160.2375	1	5	Jaune
n° 6	54,4	160.2625	1	6	Noir / Blanc
n° 7	54,9	160.2875	1	7	Rouge / Blanc
n° 8	55,2	160.3125	1	8	Vert / Blanc
n° 9	51,4	160.3375	1	9	Jaune / Blanc
n° 10	46,4	160.3625	1	10	Noir / Rouge
n° 11	51,2	160.3875	1	11	Noir / Jaune
n° 12	54,2	160.4125	1	12	Rouge / Jaune
n° 13	54,0	160.4375	2	1	Jaune/Vert
n° 14	48,7	160.4625	2	3	Rouge/Vert

Tableau n° 3 : Présentation des animaux équipés de colliers et leurs caractéristiques

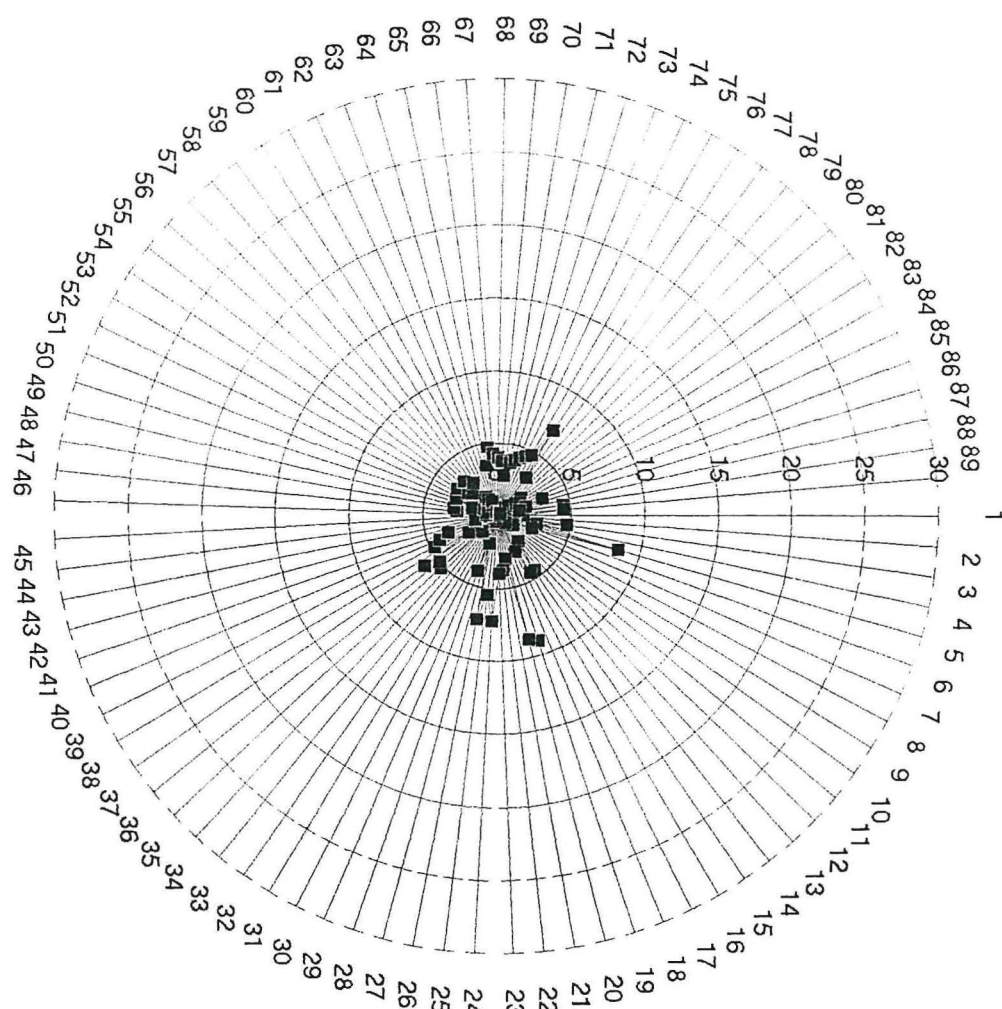


Figure 8 : Représentation schématique de la précision obtenue lors de l'étalonnage du matériel de radio-tracking utilisé (le centre de la cible représente la position réelle de l'émetteur, sur l'axe vertical sont exprimés les erreurs angulaires en ° de chaque mesures, qui sont représentées sur la périphérie)

### **1.3. Les animaux**

#### **1.3.1. Choix des animaux**

Compte tenu des moyens disponibles, nous n'avons pu qu'étudier un suivi d'un lâcher de biches sur la zone considérée. En effet, le matériel de capture (filet, piège...) représentait un investissement trop important. La capture par anesthésie à distance est délicate à réaliser sur le cerf rusa : l'approche de l'animal est difficile, les doses nécessaires sont importantes, les produits les plus adaptés ne sont pas disponibles en Nouvelle Calédonie et le stress, dont cette espèce est facilement sujette, représente un risque de grosses pertes (Lebel communication personnelle).

Du fait de la technique retenue (lâcher) et de la période d'étude (rut), notre choix s'est porté sur de jeunes femelles en état de reproduire.

La période du rut voit se former des troupes importants chez les ongulés sauvages (Teillaud 1991, Vincent 1983), la grégarité des femelles étant maximale pendant celle-ci.

Nous avons supposé que des femelles relâchées sur le site d'étude pourraient plus facilement s'adapter et s'intégrer dans certains troupes.

Les animaux ont été placés dans un parc d'attente pendant une période d'acclimatation de 8 jours pour favoriser les contacts olfactifs, visuels, physiques entre eux et la population locale.

Nous avons tenu compte, dans l'analyse de nos résultats, d'une période de stabilisation des animaux suite au lâcher.

Le biais engendré par cette technique n'est pas négligeable, mais ces précautions nous semblent suffisantes pour en diminuer les effets.

Les animaux retenus sont 14 femelles, âgées de 18 mois, provenant d'élevages extensifs et au comportement sauvage.

#### **1.3.2. Equipement des animaux et étude du comportement**

La capture de ces animaux a pu être réalisée sur une zone d'élevage (Port Laguerre) où des infrastructures permettant la contention des animaux étaient présentes.

La pose des colliers émetteurs est réalisée par passage des animaux au "crush", qui est un moyen de contention permettant de contenir un animal individuellement et d'effectuer toutes les manipulations nécessaires. Le principe est celui du plancher escamotable qui coince l'animal dans un V. Ensuite les animaux ont été pesés (Tableau n° 3).

Il nous a semblé intéressant d'étudier le comportement des individus radio-équipés avant le lâcher, au niveau de l'incidence du port du collier sur le plan individuel (dérangement, grattage, énervement, gêne...) et collectif (mise à l'écart, lutte...).

Les animaux ont été placés dans une parcelle de 10 ha où ces observations ont pu être effectuées.



Les observations auront lieu tout de suite après la pose du collier et le retour des animaux dans la parcelle. Elles auront lieu en continue jusqu'à ce que l'on juge que le collier est bien toléré.

Le stress lié à la capture et à la pose du collier est un élément à ne pas négliger durant cette phase.

Aucune modification du comportement individuel ou collectif n'a été remarquée suite à la pose des colliers émetteurs.

#### **1.4. Collecte des informations sur le terrain**

##### **1.4.1. Mise en place des points de relevé (ou stations d'écoute)**

Avant tout travail sur le comportement territorial, un repérage minutieux de la zone sur laquelle le travail s'effectuera est indispensable (Janeau 1994).

Il est indispensable de tester la qualité des lieux de réception susceptibles d'être utilisés : qualité d'écoute, présence d'échos, de parasites...

Une fois le choix des principaux lieux de réception effectué, nous avons déterminé leurs coordonnées géographiques précises à l'aide d'un G.P.S. et nous les avons reportées précisément sur la carte, avec la correction définie par le Service Topographique.

##### **1.4.2. Fréquences et moment des relevés**

Nous avons débutés nos relevés 4 jours après le lâcher, pour éviter de déranger par nos passages successifs les animaux dans leur nouvel environnement.

Chaque station d'écoute est visitée tous les jours selon un circuit défini, l'objectif étant d'un relevé par jour et par animal pour les trente premiers jours, puis de deux pour les derniers jours.

Nous avons décidé, initialement, de travailler, comme Angibault (1985), sur la période de la journée la plus chaude (entre 10 et 14 heures). Nous pensions que les animaux seraient au gîte à ce moment là, ce qui permettrait de moins les déranger. Or, il est apparu que cette période de la journée ne correspondait pas forcément à une période de moindre activité des biches et que le dérangement occasionné par nos passages successifs était minime.

De ce fait, nous avons élargi la plage horaire de prise de relevés et, en se référant à Georgii (1980), nous avons divisé le jour en quatre périodes :

- 1 : lever du jour (5 h- 8 h);
- 2 : matin (8 h-13 h);
- 3 : après-midi (13h-18h);
- 4 : crépuscule (18 h-21 h).

Les relevés sont effectués dans chacune de ces périodes pour chaque animal, ce qui permet de caractériser plus précisément les limites des domaines de chaque animal.

La zone d'étude étant de 35 km<sup>2</sup>, la distance maximale que peut parcourir un animal est de 8 km. En estimant qu'il peut la parcourir à la vitesse de 10 km/h, soit moins de 1 heure, nous décidons qu'aucun relevé pour un animal donné ne sera réalisé moins de deux heures après le précédent, ceci de façon à garantir l'indépendance des relevés (Lee et col. 1985, Kenward 1987, White et Garrott 1990)

Chaque gisement est reporté sur la carte, au fur et à mesure des relevés. Nous pouvons ainsi déterminer le nombre de relevés nécessaires pour la localisation d'un animal (deux ou plusieurs).

### 1.4.3. Analyse des données

La carte a été préalablement carroyée avec des surfaces unitaires supérieures à l'aire du polygone d'erreur déterminée. Comme Bideau (1983 a), chaque point tombant à l'intérieur d'un carreau est assimilé, par convention, au centre de ce carreau.

L'ensemble des relevés est organisé en fichier, où figurent la date, l'heure, le numéro de l'animal, les coordonnées du carreau et si l'animal a pu être observé (annexe n° 2).

Dans un premier temps, nous n'avons pas essayé de compléter et de préciser notre travail par des visualisations des animaux, afin de les déranger le moins possible. Par contre toute observation directe faite au hasard d'animaux porteurs de colliers a été reportée sur nos cartes.

De nombreuses méthodes sont applicables pour estimer la surface du domaine vital d'un individu. La méthode du polygone convexe est une des plus satisfaisantes et est souvent utilisée (Janeau 1979, Georgii 1980, Bideau 1983 a, Kenward 1987, White 1990). Cette méthode, qui consiste à relier les points extrêmes de localisation d'un animal pour une période donnée, est généralement considérée comme permettant de donner une bonne indication du domaine mais elle a un inconvénient majeur : le polygone est fortement sensible aux points à la périphérie du domaine et il peut inclure de larges aires qui ne sont jamais visitées par l'animal.

Ainsi, nous avons utilisé la méthode du polygone convexe modifiée, qui exclue tout point éloigné de plus de une fois le diamètre du domaine constitué par les autres points (Coleman et col. 1983).

Pour quantifier le degré d'utilisation de certains secteurs à l'intérieur du domaine de chaque animal, nous avons défini une fréquence de relevés par unité de surface (1 ha), exprimée en pourcentage du nombre total de relevés effectués pendant une période de temps donnée, en retenant les zones correspondantes à plus de 5 % du total des relevés (Bideau 1983 a).

Pour rendre compte du degré de chevauchement entre les domaines des différents animaux, nous avons utilisé l'indice d'interaction statique défini par Macdonald (1980).

Si A et B sont les surfaces respectives des domaines des individus 1 et 2, alors l'indice d'interaction statique (IS) est :

$$IS_{1-2} = A \text{ inter } B / A \quad IS_{2-1} = A \text{ inter } B / B$$



Les résultats sont présentés sous forme de tableaux du fait de la non réflexivité de cet indice.

Pour estimer l'association éventuelle entre deux biches, nous avons défini un indice de grégarité (IG) pour une période donnée. La position de l'animal étant ramenée au centre du carreau, cet indice prend une valeur de 2 si la position des deux biches est dans le même carreau et de 1 si elles sont dans des carreaux adjacents pour une même série de relevés.

## **2. RESULTATS**

### **2.1. Les relevés**

Pendant la période d'acclimatation des biches dans le parc d'attente, l'émetteur n° 9 a subitement cessé de fonctionner.

514 localisations ont pu être effectués sur 40 jours.

Les biches 3 et 10 ont été exclues de l'analyse par manque de relevés (Tableau n° 4). La biche 3 n'a plus été reçue à partir du 11<sup>ième</sup> jour sans qu'aucune explication ne puisse être donnée : panne de l'émetteur, disparition de la zone d'étude....

La biche 10 sortait régulièrement de la zone d'étude, ce qui nous a empêché d'avoir suffisamment de relevés.

L'analyse se limite donc à 11 biches pour lesquelles nous totalisons 494 relevés.

Notre méthode de caractérisation du domaine vital (MPCM) a éliminé 53 relevés. 71 % de ceux-ci ont été réalisés avant le 10<sup>ième</sup> jour.

### **2.2. Dimensions des domaines vitaux**

La taille des domaines varie de 58 ha à 273,5 ha, ce qui représente un domaine moyen de 127,5 ha avec un écart-type de 62,52 (Tableau n° 5). La surface du domaine de la biche 4 est supérieure de 100 ha par rapport à la plus grande surface des domaines restants. En ne comptabilisant pas cette aire, la surface moyenne est de 112,8 ha avec un écart-type de 41,6.

### **2.3. Localisation, description et occupation des domaines**

Suite au lâcher, les biches se sont séparées pour la majeure partie dans un rayon de 2500 mètres par rapport au lieu de lâcher (Tableau n° 6).

Les biches 1, 5, 6, 7, 11, 14 sont localisées dans les zones de vallées. Les biches 2, 8 et 13 occupent les zones de bord de mer.

Les domaines sont de forme ovoïde, plus ou moins compacte, et sont limités en partie par les lignes de crêtes.

Certaines biches se cantonnent soit à leur vallée (1, 6, 14), soit au bord de mer (2, 8 13). Par contre les biches 5, 7, 11 ont un domaine vital à cheval sur deux vallées. Les biches 4

et 12 occupent une zone de part et d'autre de la ligne de crêtes séparant le bord de mer des vallées.

Au sein de chaque domaine nous avons pu définir, sauf pour les biches 4 et 6, une zone de fréquentation supérieure, définie par la surface des carreaux représentant plus de 5 % du total des relevés (Figure n° 9).

Chaque domaine comprend des zones ouvertes (prairies à *Heteropogon* ou à *Bothriochloa*) et des zones fermées (forêt, forêt galerie, niaoulis).

Les animaux utilisent à la fois ces deux types de végétation. Pour les biches 1, 2, 7, 8, 11 et 14, les zones de fréquentation supérieure, sont à la fois dans des zones ouvertes et dans des zones fermées. Par contre, cette zone pour la biche 13 correspond à de la forêt galerie et pour la biche 12 à des prairies de graminées de type A et B (Tableau n° 7).

Il ne nous a pas été possible de caractériser la répartition des animaux au sein de leur domaine au cours du temps. Une telle étude ne peut être entreprise que par un suivi continu ou quasi continu (1 localisation toutes les 20 minutes par exemple) sur 24 heures. De plus, compte tenu du choix initial des périodes de relevés, la répartition des localisations n'est pas homogène à l'intérieur des différentes périodes définies, répartition déséquilibrée en faveur des périodes les plus chaudes de la journée (périodes 2 et 3).



Biche	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	Total
Nombre	50	51	4	43	43	36	40	43	20	46	46	45	47	514

Tableau n° 4 : Nombre de relevés par biches

BICHE	AIRE
1	114,5
2	93,5
4	273,5
5	158,5
6	171,5
7	65,5
8	58
11	131,5
12	164
13	85,5
14	85,5
Moyenne	127,40
Ecart-type	62,52
Moyenne*	112,8
Ecart-type *	41,64

Tableau n° 5 : surfaces des domaines vitaux ( \* : les calculs ont été réalisés sans prendre en compte la surface du domaine vital de la biche 4)

Biche	1	2	4	5	6	7	8	11	12	13	14
d (m)	650	2460	1420	1020	1180	1400	2050	780	2030	2500	720

Tableau n° 6 : distance d entre le centre d'activité des différents domaines et le lieux de lâcher

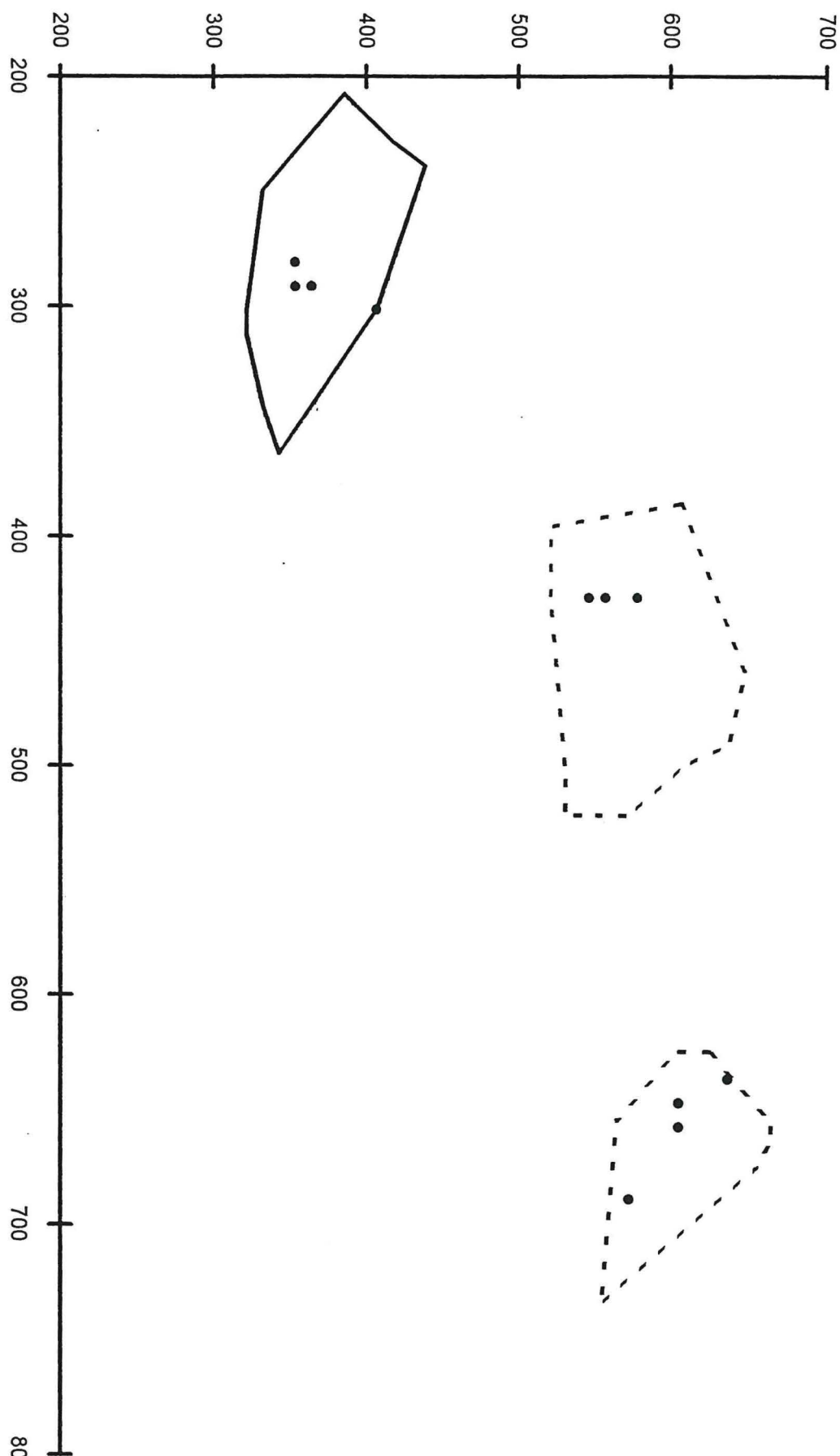


Figure n° 9 : Domaines vitaux et zones de fréquentation supérieure (●) des biches 1 (---), 2 (—) et 7 (...). La graduation correspond aux coordonnées U.T.M.

Biches	Types de formations végétales particulièrement visitées
1	Forêt galerie Zone A
2	Forêt de niaoulis Zone A Zone F
5	Zone E
7	Forêt galerie Zone E Zone A
8	Forêt galerie Zone B
11	Forêt galerie Zone D
12	Zone A Zone B
13	Forêt galerie
14	Forêt galerie Zone E

Tableau n° 7 : Principales formations végétales visitées par chaque biche correspondant aux zones de fréquentations supérieures.

## 2.4. Recouvrement entre les différents domaines

L'indice d'interaction statique permet de caractériser l'utilisation d'une même zone par plusieurs animaux (Tableau n° 8 ).

Nous pouvons observer que 6 valeurs sont supérieures à 0,5. Ainsi, les biches 1 et 4, 1 et 6, 4 et 12, 7 et 11, 8 et 13 utilisent une même zone (figure 10, 11, 12 ), sans pour cela appartenir à un même groupe. Au sein de la zone d'étude, un même espace peut être occupé par des individus différents qui n'ont aucune relation entre eux.

L'indice de grégarité, qui rend compte de l'association entre les biches radio-équipées n'a de signification que pour les biches 8 et 13. En effet, alors que l'indice cumulé (somme des indices pour chaque période de relevé) ne dépasse pas 3 pour l'ensemble des associations possibles entre biches, il est égal, pour ces deux individus, à 23 pour 24 jours de relevés ( à partir du 17<sup>ième</sup> jour, date de la première association). Sachant que l'indice cumulé maximal est de 48 ( $24 \times 2$ , indice maximum pour une localisation), on peut estimer que cet indice, moyen, est suffisant pour être significatif.

De plus, les zones de fréquentation préférentielle de ces deux biches se recouvrent (Figure n° 13), ceci laissant à penser que les biches appartiennent au même groupe.

Un autre élément précise notre hypothèse : des chiens errants ont été aperçus près des domaines de ces deux biches en train de courir après les animaux. Les animaux ont été localisés à plus de 2 km de leur domaine et dans deux directions opposées (positions qui ont été écartées dans la restitution des résultats). Deux jours plus tard, elles regagnaient leur domaine et leur indice de grégarité était à nouveau positif.

Par contre, pour les biches 11 et 14, qui ont des zones de fréquentation supérieure qui se recoupent (Figure n° 14) et un indice de grégarité faible (3 pour 46 relevés), l'hypothèse qu'elles appartiennent à deux groupes qui utilisent les mêmes zones préférentiellement est plus réaliste. De plus, la biche 11 a pu être observée au gavage au sein d'un troupeau d'une trentaine de têtes dans lequel la biche 14 était absente et elle utilise un domaine plus vaste auquel la biche 14 n'a pas accès.

Les figures n° 10 et 11 montrent que le recouvrement des domaines vitaux des biches 4 et 12 d'une part et 4, 7 et 11 d'autre part prend en compte la ligne de crête. Il semble donc apparaître, au moins pour ces 5 biches, la présence d'un passage leur permettant de franchir ces limites naturelles pour aller soit d'une vallée à l'autre, soit du bord de mer à la zone de vallée.



	1	2	4	5	6	7	8	11	12	13	14
1		0	0.53	0.03	0.62	0	0	0	0.23	0	0.07
2	0		0.13	0	0	0	0	0	0.07	0.01	0
4	0.22	0.04		0	0.22	0	0	0	0.36	0.05	0
5	0.02	0	0		0	0.2	0	0.31	0	0	0.07
6	0.41	0	0.35	0		0	0	0	0.14	0	0
7	0	0	0	0.48	0		0	0.54	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0		0	0.04	0.82	0
11	0	0	0	0.38	0	0.26	0		0	0	0.27
12	0.16	0.04	0.61	0	0.18	0	0.01	0		0.19	0
13	0	0.01	0.15	0	0	0	0.56	0	0.37		0
14	0.09	0	0	0.13	0	0	0	0.42	0	0	

Tableau n° 8 : indices d'interaction statique (l'indice se lit de gauche à droite)

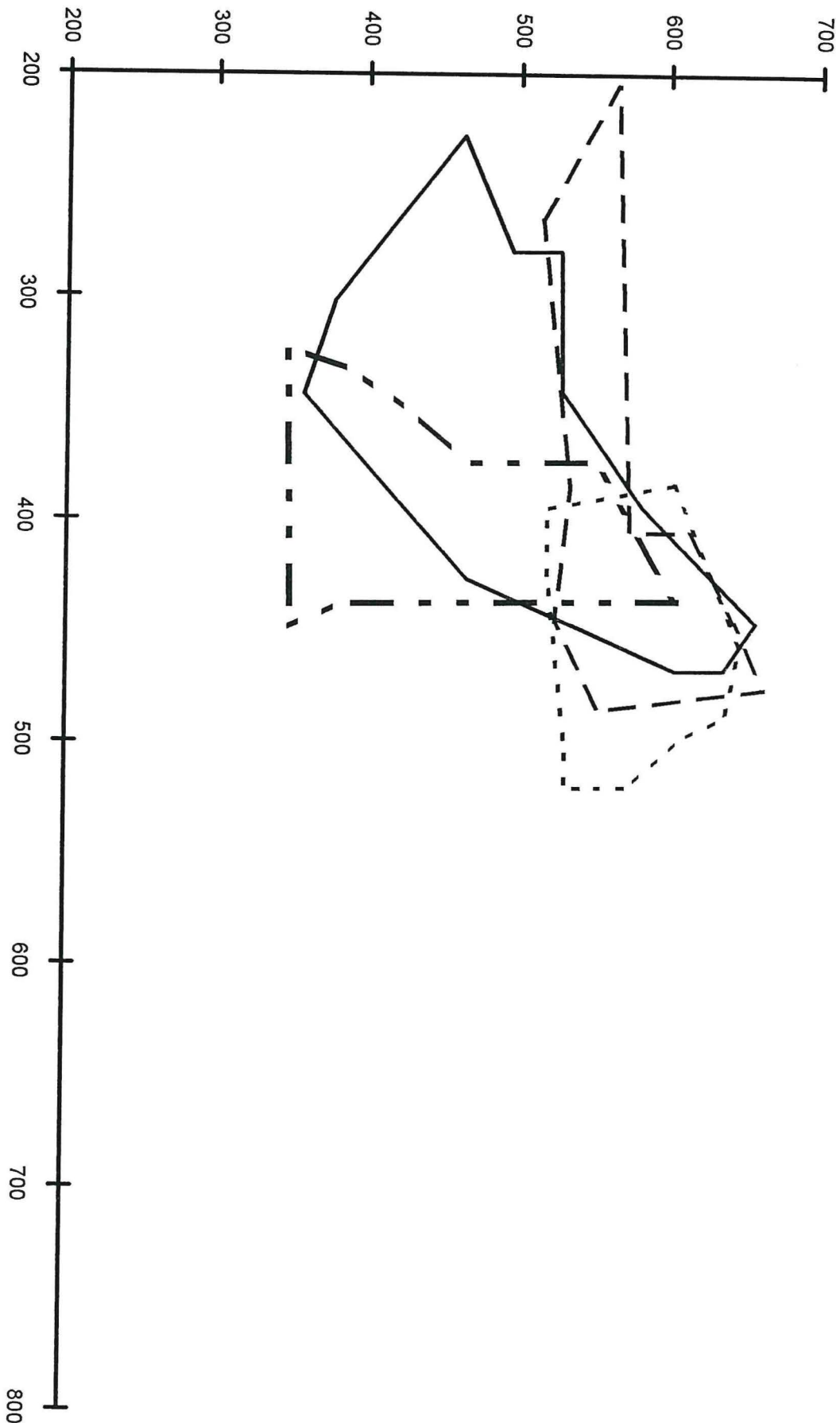


Figure n° 10 : Recouvrement des domaines vitaux des biches 1 (---), 4 (—), 6 (— · —) et 12 (— — —). La graduation correspond aux coordonnées U.T.M.

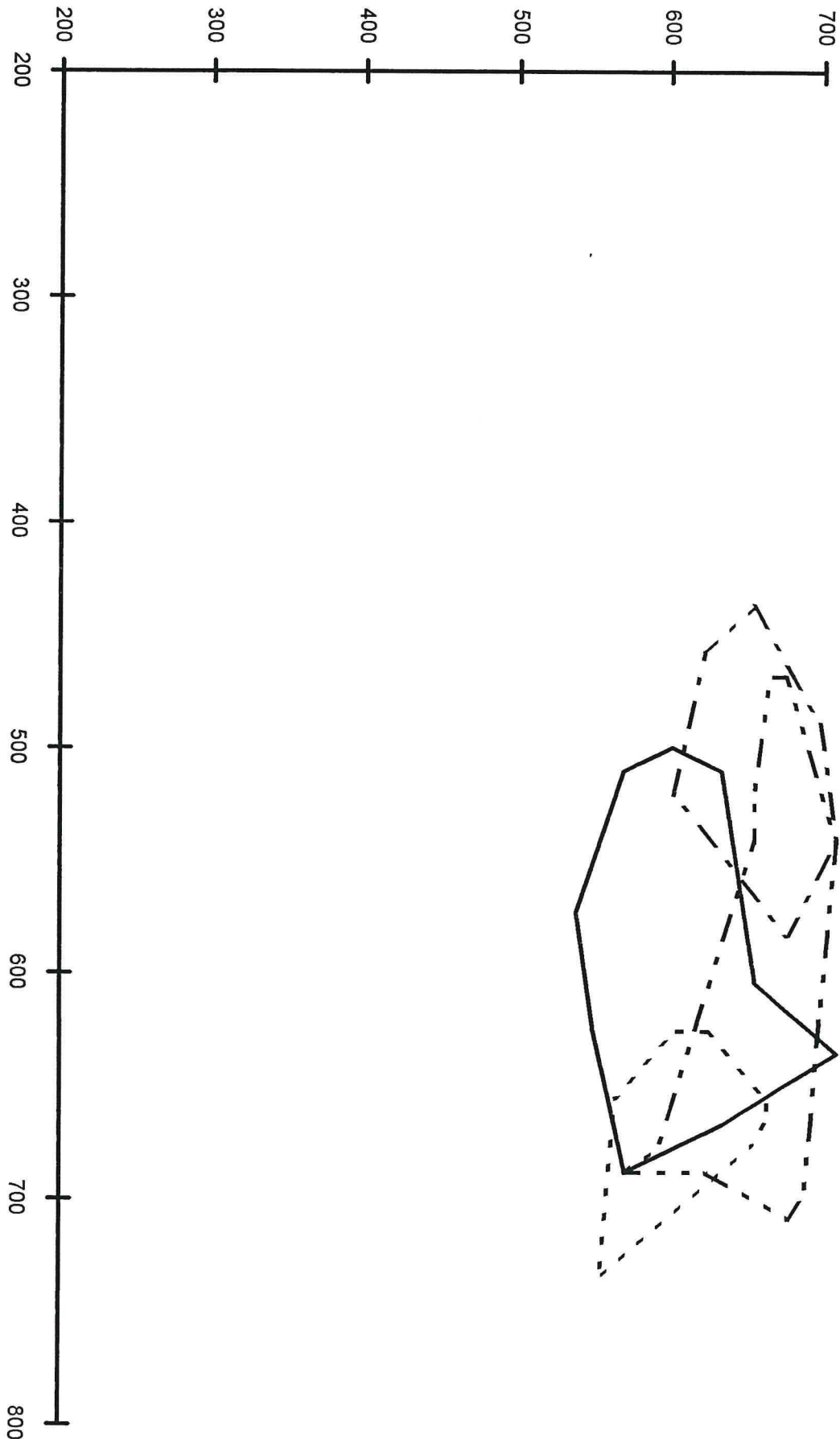


Figure n° 11 : Recouvrement des domaines vitaux des biches 5 (—), 7 (---), 11 (— · —) et 14 (— - —). La graduation correspond aux coordonnées U.T.M.

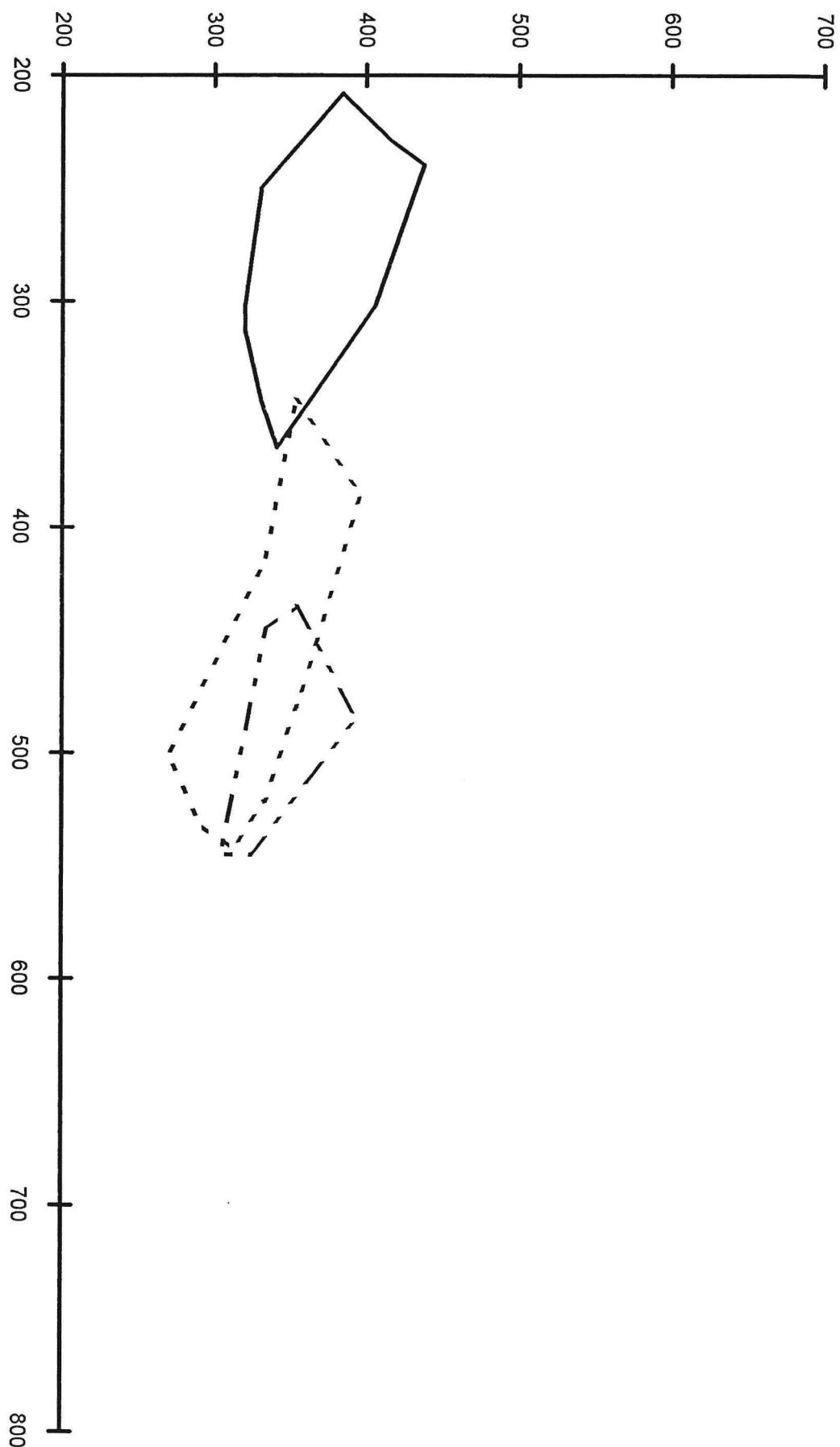


Figure n° 12 : Recouvrement des domaines vitaux des biches 2 (—), 8 (— -- —) et 13 (---)  
La graduation correspond aux coordonnées U.T.M.



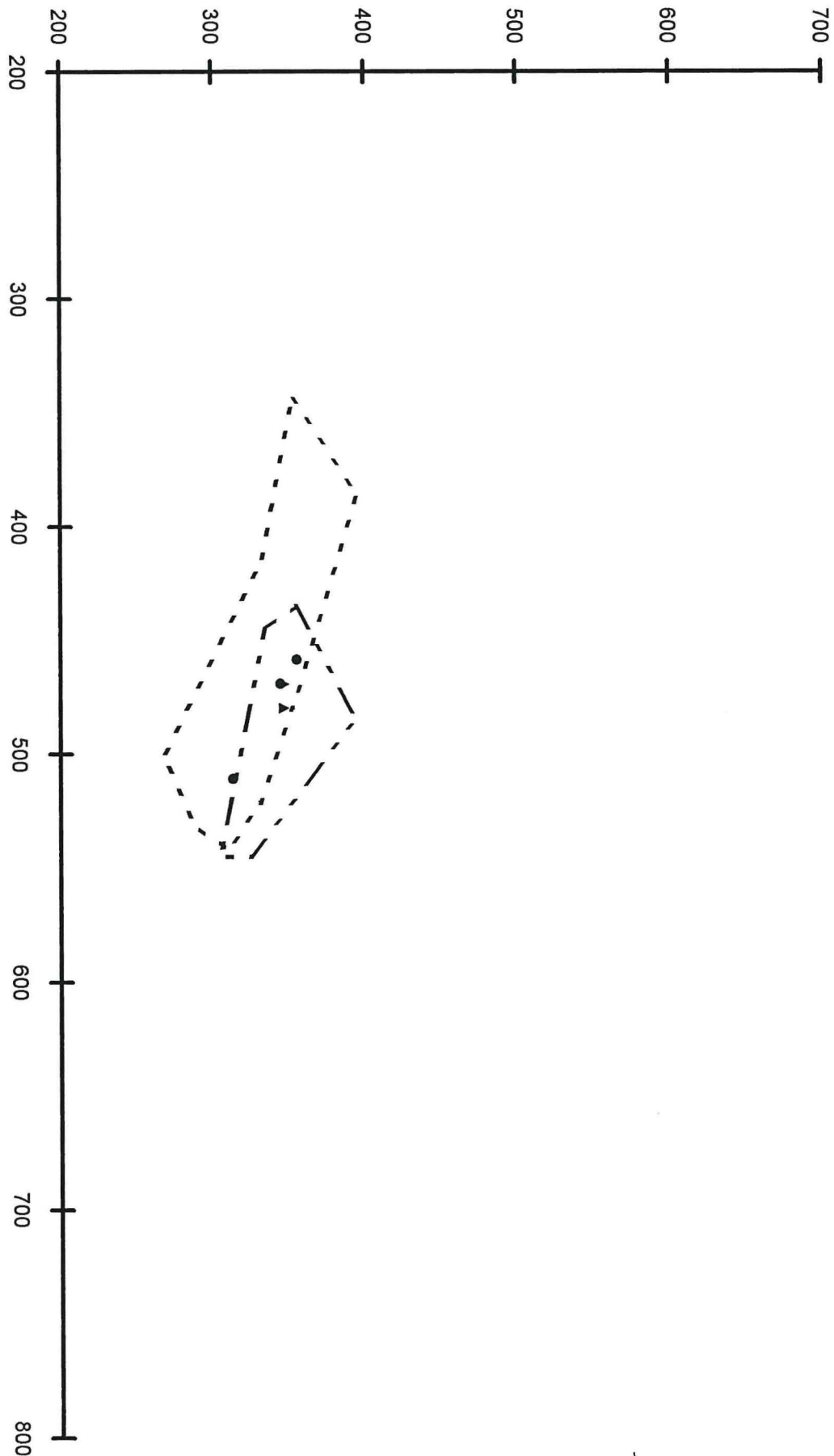


Figure n° 13 : Domaines vitaux et zones de fréquentation supérieure des biches 8 (---)(●) et 13 (-.-)(▲). La graduation correspond aux coordonnées U.T.M.

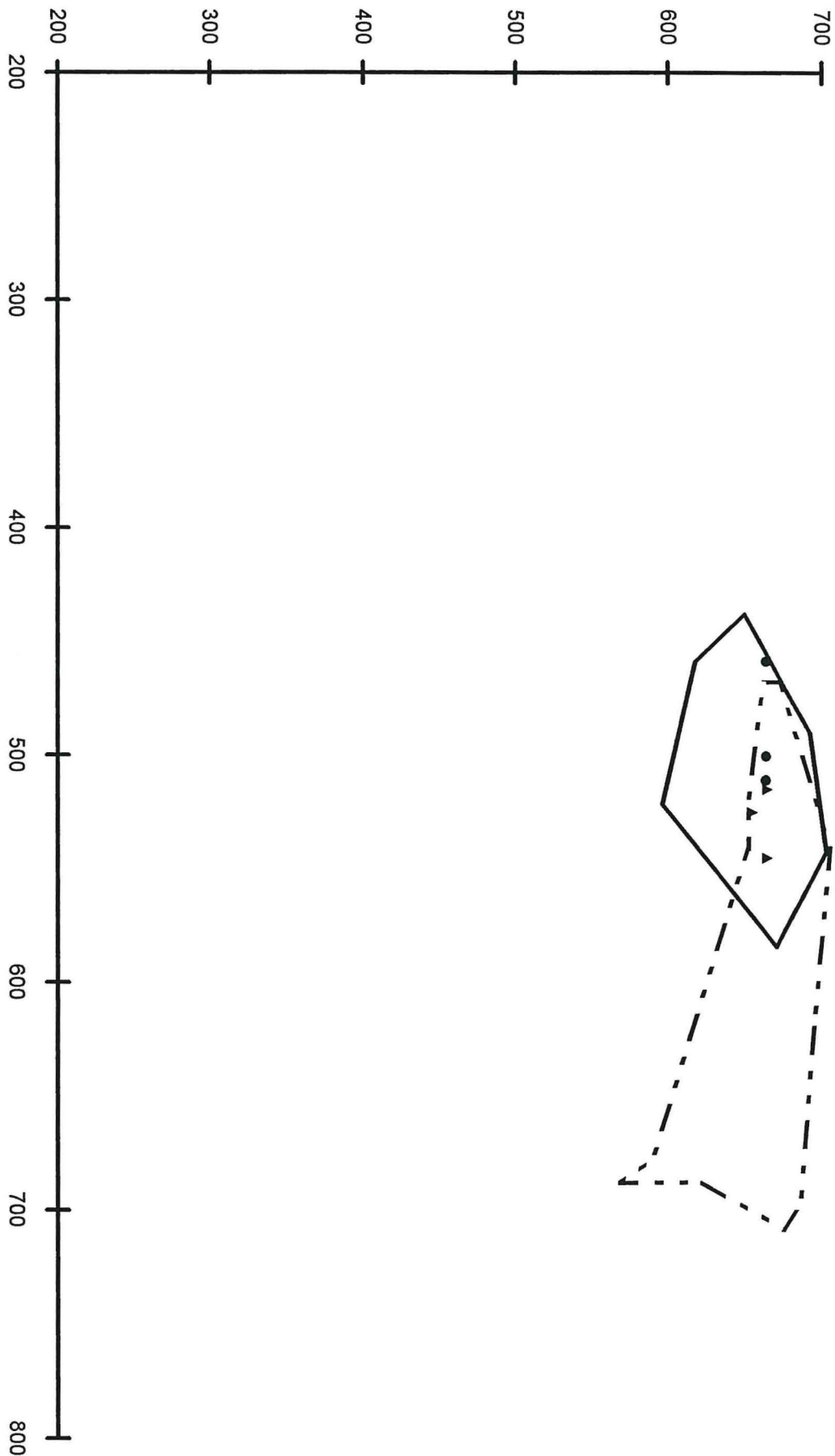


Figure n° 14 : Domaines vitaux et zones de fréquentation supérieure des biches 11 (— - —)(◆) et 14 (—)(●). La graduation correspond aux coordonnées U.T.M.

### 3. DISCUSSION

#### 3.1. Méthodologie

La caractérisation de l'organisation spatiale d'une population sur une zone donnée ne se limite pas à une seule période, dans notre cas le rut, et à une seule classe d'âge. C'est un travail sur plusieurs années qui doit prendre en compte les variations saisonnières, sexuelles et qui doit s'intéresser à toutes les classes d'âge (jeune, sub-adulte, adulte). Notre travail n'est donc qu'une étude préliminaire, une base de travail et il ne doit être perçu qu'ainsi.

Choisir de lâcher des animaux radio-équipés sur le site d'étude représente une source de biais non négligeable par rapport à la capture et le radio marquage des individus directement sur place.

La période du rut voit se former chez les ongulés sauvages des troupes relativement important de femelles avec suivant les espèces un ou plusieurs mâles. Citons les travaux de Clutton-Brock (1982) et Teillaud (1991) sur le cerf élaphe, de Bideau (1983 a et b), de Maublanc (1985, 1986, 1987) sur le chevreuil et de Dubois (1994) sur le mouflon par exemple (ceci est une liste non exhaustive).

Des travaux réalisés sur le cerf rusa en élevage (Chardonnet 1988, Lebel 1995) décrivent une même tendance.

Ainsi, pour diminuer ce biais nous avons choisis de lâcher des femelles jeunes, en état de reproduire, donc susceptibles d'intégrer plus facilement un troupeau que des mâles au comportement plus agoniste surtout durant cette période et de placer les animaux retenus en parc d'acclimatation au sein de la zone d'étude. Nous avons respectés un délai de 4 jours suite au lâcher avant de débiter nos relevés. Nous ne voulions pas, dès le lâcher, perturber davantage les animaux par nos passages successifs dans leur nouveau milieu.

4 biches ont pu être observées (4, 5, 10 et 11) au sein de troupes plus ou moins importants (de 4 à 30 têtes), parfaitement intégrées au sein de ceux-ci. Certaines biches ont quittés leurs domaines suite à la présence d'éléments perturbateurs (chasse, braconnage, chiens errants...) et y sont ensuite retournées. Ce qui laisse supposer une stabilisation des animaux dans leur nouvel environnement.

Bien que Kufeld (1989) travaille avec 45 à 56 relevés par saisons, d'autres auteurs (Garrott 1987, White 1990) préconisent 50 à 100 relevés pour caractériser le domaine vital d'un individu et l'utilisation qu'il en fait sur une période donnée. Il est évident que plus le nombre de relevés est élevé plus l'estimation du domaine vital peut être précise. Compte tenu du temps disponible, notre étude repose sur un nombre relativement faible de relevés (36 à 51 par animal). La caractérisation des domaines vitaux par la méthode du polygone convexe modifiée nous a permis d'améliorer la précision quant à la description de ceux-ci.

Contrairement à certains auteurs (Boutin 1984, Sempéré 1986), qui ont travaillé sur l'organisation spatiale du chevreuil à partir de lâcher, nous n'avons pas éliminer les relevés correspondant à la période moyenne de stabilisation des animaux dans leur nouveau milieu. En effet la période d'acquisition d'un premier domaine vital est variable suivant les individus. La biche 14 a acquis son domaine dès le premier jour de relevé alors que la 8 ne l'a acquis qu'au 17<sup>ème</sup> jour. Nous avons raisonné ponctuellement pour chaque individu en éliminant certaines localisations que notre méthode d'analyse autorisait. Il s'avère que 71 % des relevés éliminés ont été réalisés avant le 10<sup>ème</sup> jour d'étude. Ce résultat nous a semblé suffisant pour atténuer l'incidence du lâcher sur la valeur de nos résultats.



### 3.2. Taille des domaines vitaux

Aucune étude de ce type n'a jamais été réalisée sur le cerf rusa. Peu d'éléments de comparaison sont donc en notre possession.

Cependant, la superficie du domaine vital des femelles rusa pendant le rut semble se situer dans une tranche : entre celle du chevreuil et celle du cerf élaphe.

Pour le cerf élaphe, la taille moyenne en milieu peu accidenté est pour les femelles comprise entre 400 ha (Lowe (1966) sur une population de l'île de Rhum) et 1000 ha (Schaal 1985).

Pour le chevreuil, cette surface varie entre 20 et 130 ha (Maublanc 1991).

En période de rut, on observe donc, pour les femelles un domaine vital compris entre 60 et 270 ha avec une moyenne de 127 ha et un coefficient de variation de 50 %.

Au sein d'une même espèce et dans une même zone il peut exister des différences de comportement notables entre les différents individus. Ainsi, de nombreux auteurs (Garrott 1987, Brown 1992) décrivent un comportement migratoire ou non pour une même population de cerfs (*Odocoileus hemionus hemionus* notamment). Nous pouvons supposer que chaque individu possède un comportement propre à occuper un domaine plus ou moins important.

De plus la taille des domaines dépend de la densité de la population présente, de la topographie du milieu, de l'abondance des ressources alimentaires, de la période de l'année (mise bas, soins aux jeunes, rut...), de la présence de zones refuges (Bideau 1983 b, Vincent 1983).

Ainsi, bien qu'une superficie standard du domaine vital des femelles rusa ne peut être définie, il apparaît une tendance qui place, pour les femelles, le cerf rusa entre le chevreuil et le cerf élaphe. Notre travail est le premier à s'intéresser à ce sujet. Ces résultats ne donnent qu'une tendance qu'il faudra confirmer par la suite.

### 3.3. Occupation de l'espace

Les biches occupent préférentiellement deux types de milieux : un milieu fermé (forêt galerie ou forêt de niaoulis) ou suffisamment touffu (maquis de goyaviers) qui leur offre une protection suffisante et un milieu plus ouvert, constitués de prairies de graminées, lieux de gagnage.

Le souci de se protéger contre d'éventuels prédateurs est un comportement qui a pu être très souvent observé : au sein du troupeau il existe une ou plusieurs femelles qui jouent le rôle de sentinelles et qui avertissent leurs congénères, en position sensible (gagnage, déplacement...), d'un danger imminent.

La présence à l'intérieur du domaine vital de zones abritées, zones refuges, où l'individu peut se reposer en toute tranquillité et se réfugier rapidement lors de danger, semble être un facteur important de l'équilibre des animaux sur celui-ci. Cependant, ce n'est qu'une observation préliminaire qui demande à être confirmée. Ce comportement se retrouve très souvent chez les ongulés sauvages (cf. littérature déjà citée sur l'écologie de ces espèces).



La satisfaction du besoin alimentaire doit également jouer un rôle dans la stabilité du domaine. En période de pénurie alimentaire se développe chez les ongulés un comportement exploratoire (Garrott 1987, Brown 1992). Cette étude portant sur une seule période de l'année permet d'aborder cette question. Parallèlement à ce travail une étude de caractérisation de la végétation et de son utilisation par le cerf rusa a débuté (Lechartier 1996) sur le même site d'étude. Ainsi, il sera possible en conjuguant ces deux travaux d'apprécier l'impact du comportement alimentaire du rusa sur l'occupation de son domaine vital.

Les biches, dont le domaine vital est à cheval sur une ligne de crête, les franchissent par un même passage. Il semble exister, sur la zone d'étude, des couloirs assez bien définis que les animaux empruntent pour passer d'une vallée à l'autre ou de la zone de bord de mer à la zone de vallée.

### **3.4. Association entre animaux marqués**

De nombreuses études sur les ongulés sauvages, notamment les bovidés africains (Jarman 1974, Leuthold 1977), soulignent que la tendance grégaire des animaux varie, au sein d'une même espèce en fonction des caractéristiques de l'habitat. A chaque espèce correspond un ensemble de potentialités permettant à chaque population de développer un système social qui sera en partie fonction des conditions environnementales et notamment de l'habitat (Leuthold 1977).

En étant lâchés en même temps, les biches auraient pu constituer un même troupeau. Bien que certaines utilisent les mêmes aires, elles se sont dispersées dans un rayon de 2500 mètres par rapport au lieu du lâcher. C'est à dire pratiquement l'ensemble de la zone d'étude.

Cependant, pour deux biches (8 et 13), l'association va au delà du recouvrement entre les domaines. L'indice de grégarité est significatif et les zones de fréquentations supérieures se recoupent. Nous pouvons ainsi émettre l'hypothèse que ces deux individus sont présents dans le même groupe. Le fait qu'elles aient regagné leur domaine après avoir été séparées par les chiens, semble être plus le fait d'une division du troupeau en deux groupes qui auraient rejoint le domaine initial une fois le danger écarté et qu'elles auraient suivis, que le propre fait de ces deux biches.

Néanmoins, ceci met en évidence qu'il doit exister des relations suffisamment fortes au sein des troupes entre les animaux et que ceux-ci semblent attachés à un domaine précis. Il serait intéressant que des travaux futurs précisent ces hypothèses.

De plus, pour le cerf élaphe et le chevreuil, par exemple, la fin du rut marque la séparation des groupes et il est fréquent d'observer des femelles isolées avec leurs progénitures (faon et bichette ou daguet) (cf. travaux précédemment cités sur l'écologie de ces espèces). L'association entre ces deux biches, dans ce cas précis, nous permettra de suivre l'évolution de leur organisation spatiale dans le temps.

### **3.5. Perspectives**

Rappelons le, ce travail n'est qu'une étude préliminaire de l'organisation spatiale du cerf rusa puisqu'il ne concerne qu'une période (le rut) et qu'une classe d'âge (les jeunes femelles adultes). Il ne peut être satisfaisant pour la caractériser complètement.

Plusieurs axes nous semblent devoir être privilégiés :

- continuer le travail débuté sur les femelles en élargissant la plage de relevés au différentes saisons, en les répétant sur plusieurs années (au moins trois) et en complétant ces résultats par des observations visuelles;

- s'intéresser à d'autres classes d'âges : mâles, jeunes si possible de femelles déjà marquées, ce qui permettrait de suivre l'association mère-jeune;

- caractériser l'occupation de l'espace par les animaux par des suivis radiotéléométrique continus sur 24 heures.

## CONCLUSION

Bien que la période d'étude soit courte (une saison de rut) et que les individus suivis appartiennent à une seule catégorie d'animaux (jeunes biches), ce travail, le premier de ce type, représente une première base de données, il permet toutefois d'aborder certains points et de poser certaines questions quant à l'organisation spatiale du cerf rusa.

Pour être efficace, une telle étude doit se dérouler sur plusieurs saisons successives et s'intéresser à l'ensemble des individus de la population. Sa finalité, mis à part qu'elle apporte une pierre à l'édifice de la connaissance générale sur l'écologie du cerf rusa, est la mise au point, à terme, de méthodes de gestion de cette espèce sur la zone donnée.

Ce n'est qu'en s'appuyant sur des études sur la biologie et l'écologie des espèces concernées, que les programmes de gestion de la faune sauvage permettront un développement harmonieux de celle-ci en fonction des impératifs, des contraintes et des objectifs des populations humaines associées.

## BIBLIOGRAPHIE



AMLANER C.J.Jr., 1980, The design of antennas for use in radio telemetry, In C.J.Amlaner & D.W.Macdonald (Eds), *A handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, Pergamon press, Oxford, 251-261.

ANGIBAULT J.M., BIDEAU E., VINCENT J.P., QUERE J.P., 1985, Note sur les déplacements d'un cerf mâle adulte, *Gibier Faune Sauvage*, 3, 99-102.

ATTIE M., 1994, Impact du cerf de Java, *Cervus timorensis russa*, à la Plaine des Chicots et proposition de restauration du milieu, *Rapport O.N.C.*, 37 p.

BALLARD W.B., FANCY C.G., KRAUSMAN P.R., BURGER W.P., 1995, Potential applications of satellite telemetry to wildlife studies in remote locations, *International Wildlife Management Congress*, 14 (7), 566-569.

BIANCHI M., 1992, Reproduction du cerf rusa de Java (*Cervus timorensis russa*) en Nouvelle Calédonie, *Etudes et Synthèses de l'E.M.V.T.*, rapport interne CIRAD Nouvelle Calédonie, 38 p.

BIDEAU E., VINCENT J.P., MAIRE F., 1983 a, Evolution saisonnière de la taille des groupes chez le chevreuil en milieu forestier, *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 37, 161-169.

BIDEAU E., VINCENT J.P., QUERE J.P., ANGIBAULT J.M., 1983 b, Occupation de l'espace chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*). I. Cas des mâles, *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 4, 2, 163-184.

BOILLOT F., 1986, La méthodologie du radio-tracking. Son application à l'étude du comportement spatio-temporel du chamois (*Rupicapra rupicapra l.*) dans les Vosges, In *Mésogée*, 46 (2), 105-112.

BOUTIN J.M., 1984, Suivi d'un lâcher de chevreuils en forêt de l'Absie (79), *B.M. O.N.C.*, 78, 13-17.

BROWN C.G., 1992, Movement and migration patterns of mule deer in southeastern Idaho, *J. Wild. Manag.*, 56 (2), 246-253.

C.E.M.A.G.R.E.F., 1984, Méthodes de recensement des populations de chevreuils, *Note Technique*, 51, 64 p.

CHARDONNET P., 1998, Etude de la factibilité technique et économique de l'élevage de cerfs en Nouvelle Calédonie, *I.E.M.V.T.-C.I.R.A.D. Maison-Alfort et A.D.R.A.F. Nouméa*, 282 p.

CHARDONNET P., LARTIGES A., 1992, Gestion de la faune sauvage terrestre vertébrée dans la Province Sud de Nouvelle Calédonie, *Rapport I.E.M.V.T.*, 128 p.

CIBIEN C., BIDEAU E., BOISAUBERT B., MAUBLANC M.L., 1989, Influence of Habitat Characteristics on Winter Social Organisation in Field Roe Deer, *Acta Theriologica*, 34, 14, 219-226.

CLUTTON-BROCK T.H., GUINNESS F.E., ALBON S.D., 1982, Red deer. Behaviour and ecology of two sexes, *Chicago University Press*, Chicago.

- COLEMAN J.D., WARBUTON B., GREEN W.Q., 1983, Some population statistics and movement of the Western Weka, *Notornis*, 30, 93-107.
- DEAT A., MAUGET C., MAUGET R., MAUREL D., SEMPERE A., 1980, The automatic, continuous and fixed radio tracking system of the Chizé Forest : Theoretical and practical analysis, In C.J.Amlaner & D.W.Macdonald (Eds), *A handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, Pergamon press, Oxford, 439-451.
- DUBOIS M., GERARD J.F., VINCENT J.P., 1994, Areas of concentrated use within seasonal ranges of Corsican mouflons : Importance of psychological and ecological contexts in their modulation, *Behavioural Processes*, 32, 163-172.
- DUBRAY D., GAUDIN J.C., BOUTIN J.M., BIDEAU E., GERARD J.F., 1990, Suivis radio-téléométriques de deux introductions de chevreuils en zone méditerranéenne française, *B.M.O.N.C.*, 143, 23-28.
- FRASER-STEWART J.W., 1985, Deer and developpement in South-West Papua New Guinea, in *Biology of deer production*, Fenessy P.R. and Drew K.R. Ed., The Royal society of New-Zealand, 22, 381-385.
- FRITZ H., DUNCAN P., 1994, On the carrying capacity for large ungulates of Africa savanna ecosystems, *Proc. R. Soc. Lond. B*, 256, 77-82.
- FULLER S.L., GORDON T.M.Jr., 1948, The radioinductograph, a device for recording physiological activity in unrestrained animals, *Science*, 108, 287.
- GAILLARD J.M., BOISAUBERT B., 1995, Mieux connaître les populations de cervidés. Des comptages aux bio-indicateurs, *Arborescences*, 56, 3-6.
- GARROTT R.A., WHITE G.C., BARTMANN R.M., WEYBRIGHT D.L., 1986, Reflected signal bias in biotelemetry triangulation systems, *J. Wild. Manag.*, 50 (4), 747-752.
- GARROTT R.A., WHITE G.C., BARTMANN R.M., CARPENTER L.H., ALLDREDGE A.W., 1987, Movements of female mule deer in northwest Colorado, *J. Wild. Manag.*, 51 (3), 634-643.
- GEORGII B., 1980, Home Range Patterns of Female Red Deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps, *Oecologia*, 47, 278-285.
- GILMER D.S. et col., 1981, Procedure for the use of aircraft in wildlife biotelemetry studies, *USDI, Fish and Wildlife Service Ressource Publication 140*.
- HAYNE D., 1949, Calculation of size of home range, *J. Mammal.*, 30, 1-18.
- HEEZEN K.L., TESTER J.R., 1967, Evaluation of radio tracking by triangulation with special reference to deer movements, *J. Wildl. Manag.*, 31, 124-141.
- HORNBECK G.E., 1985, Population Characteristics of Elk, *Cervus elaphus*, in Spuce Woods, Southwestern Manitoba, *Canadian Field-Naturalist*, 99 (2), 218-223.

JANEAU G., QUERE J.P., SPITZ F., VINCENT J.P., 1979, Le radio-tracking en forêt, expériences menées sur le chevreuil (*Capreolus capreolus*), *Ann. Zool., Ecol. Anim.*, 11, 131-144.

JANEAU G., 1994, Variabilité comportementale de l'occupation de l'espace et de l'utilisation du temps chez le Sanglier (*Sus scrofa*) : mise en oeuvre de la radiolocalisation et de la biotélémétrie, *Thèse de Doctorat Universitaire Sciences Toulouse*.

JARMAN P., 1974, The social organisation of antilopes in relation of their ecology, *Behav.*, 48, 215-267.

KENWARD R., 1987, Wildlife radio tagging, Equipment, Field Techniques and Data Analysis, In *Biological Techniques Series*, Academic Press London (Ed), 222 p.

KUFELD R.C., BOWDEN D.C., SCHRUPP D.L., 1989, Distribution and movement of female mule deer in the Rocky Mountain Foothills, *J. Wildl. Manag.*, 53, 4, 871-877.

LAUNDRE W.J., REYNOLDS T.D., KNICK S.T., BALL I.J., 1987, Accuracy of daily point relocations in assessing real movement of radio-marked animals, *J. Wildl. Manag.*, 51 (4), 937-940.

LEBEL S., DARROZE S., 1995, La filière cerf en Nouvelle Calédonie. Propositions pour une stratégie de développement, Document préliminaire confidentiel, 11 Juillet 1995, CIRAD-EMVT NC, 12 p.

LEBEL S., SALAS M., DULIEU D., 1996, Typologie des élevages de cerfs en Nouvelle Calédonie et évaluation d'un suivi des abattages, *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, sous presse.

LECHARTIER S., 1996, Caractérisation de la végétation et utilisation par le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) : application au domaine de Gouaro-Déva en Nouvelle Calédonie, *Mem. DESS Univ. Nancy*, 25 p.

LEE J.E., WHITE G.C., GARROTT R.A., BARTMANN R.M., ALLREDGE A.W., 1985, Accessing accuracy of a radiotelemetry system for estimating animal location, *J. Wildl. Manag.*, 49 (3), 658-663.

LEUTHOLD W., 1977, African ungulates, a comparative review of their ethology and behavioural ecology, *Springer Verlag, Berlin*, 13, 307 p.

LEROUX H., 1991, L'élevage du cerf (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle Calédonie, Pathologie, *Thèse Doct. Vet. Lyon*, 94 p.

LOWE V.P.W., 1966, Observation of dispersal of red deer on Rhum, *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 18, 211-218.

MAUBLANC M.L., 1985, Données préliminaires sur la tendance grégaire chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*) en milieu ouvert, durant l'automne et l'hiver ; comparaison avec le milieu forestier, *Mammalia*, 49, 1, 3-11.

MAUBLANC M.L., 1986, Utilisation de l'espace chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*) en milieu ouvert, *Gibier Faune Sauvage*, 3, 297-311.

MAUBLANC M.L., BIDEAU E., VINCENT J.P., 1987, Flexibilité de l'organisation sociale du chevreuil en fonction des caractéristiques de l'environnement, *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 42, 109-133.

MAUBLANC M.L., CIBIEN C., GAILLARD J.M., MAIZERET C., BIDEAU E., VINCENT J.P., 1991, Le chevreuil, *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, Suppl.6, 155-183.

MECH D.L., 1967, Telemetry as a technique in the study of predation, *J. Wild. Manag.*, 31, 491-496.

MITTERMEIER R.A., WERNER T.B., LEES A., 1996, New Caledonia- a conservation imperative for an ancient land, *Oryx*, 30 (2), 104-112.

NELSON B.E., JENKS J.A., 1995, Use of a geographic information system for determining White-Tailed Deer habitat use in the Northern Black Hills of South Dakota, USA, *International Wildlife Management Congress*, 16 (21), 672-675.

O.N.C., 1984, Rappel de notions écologiques essentielles pour assurer la gestion de la faune sauvage sédentaire, *Bull. Mens. O.N.C.*, 82, 17, 8 p.

O.R.S.T.O.M., 1989, Atlas de Nouvelle Calédonie et dépendances, Ed. du Cagou (Nouvelle Calédonie), 91 p.

PRIMACK R.B., 1993, Essentials of conservation biology, Sinauer Assoc., Inc. (Eds), 564 p.

RACE C., 1990, Relation entre facteurs naturels et gestion d'une population de cerf. Intervention des facteurs humains et situation actuelle du cerf en France. Application au massif forestier de Berce (Sarthe), *Thèse Doct. Vet. Nantes*, 282 p.

SALTZ D., ALKON P.U., 1985, A simple computer-aided method for estimating radio-location error, *J. Wildl. Manag.*, 49 (3), 664-667.

SALTZ D., 1994, Reporting error measures in radio location by triangulation : a review, *J. Wild. Manag.*, 58, 181-184.

SARGEANT A.B., 1980, Approaches, field considerations and problems associated with radio tracking carnivores, In C.J. Amlaner & D.W. Macdonald (Eds), *A handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, Pergamon Press, Oxford, 57-63.

SCHAAL A., 1985, Eco-éthologie du cerf d'Europe en Haute Marne, *Bull. Mens. O.N.C.*, 97, 21-24.

SEMPERE A., BOISAUBERT B., BOUTIN J.M., ARNAUD J., 1986, Analyse des variations saisonnières de l'utilisation de l'espace chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*) introduit en milieux ouverts à faible densité en population, *Gibier Faune Sauvage*, 3, 393-422.

SPRINGER J.T., 1979, Some source of bias and sampling error in radio triangulation, *J. Wildl. Manag.*, 43, 926-935.

TEILLAUD P., BON R., GONZALEZ G., SCHAAL A., BALLON P., CAMPAN R., 1991, Le Cerf, *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, Suppl. 6, 185-217.



TESTER J.R., 1971, Interpretation of ecological and behavioral data on wild animals obtained by telemetry with special reference to errors and uncertainties, *Int.Proc.Symp.Biotelem.*, S.57 CSER, Pretoria, 385-408.

TOUTAIN B., 1984, Principales caractéristiques des pâturages de Nouvelle Calédonie, *Rev. El. Med. Vet. Trop.*, 1, 44-50.

VINCENT J.P., JANEAU G., QUERE J.P., SPITZ F., 1979, Note sur la répartition et le rythme d'activité du chevreuil (*Capreolus capreolus*) en forêt ouverte, *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 11 (2), 145-157.

VINCENT J.P., BIDEAU E., QUERE J.P., ANGIBAUT J.M., 1983, Occupation de l'espace chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*). II. Cas des femelles, *Acta Oecologica Oecol. Applic.*, 4, 4, 379-389.

WHITE G.C., GARROTT R.A., 1986, Effects of biotelemetry triangulation error on detecting habitat selection, *J. Wildl. Manag.*, 50 (3), 509-513.

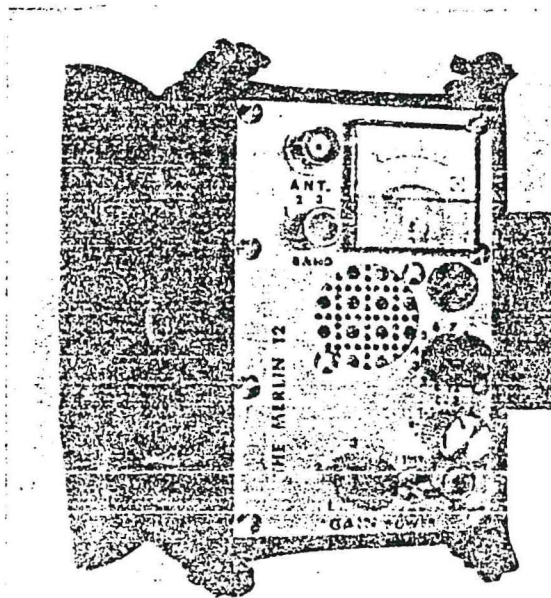
WHITE G.C., GARROTT R.A., 1990, Analysis of wildlife radio-tracking data, *Academic Press*, San Diego USA, 382 p.

WINTER J.D. et col., 1978, Equipment and methods for tracking Freshwater Fish, Agricultural Experimentation Station of the University of Minnesota Miscellaneous Report 152.

WINTERS S.R., 1921, Diagnosis by wireless, *Sci.Am.*, 124, 465.

## ANNEXES

OPERATING INSTRUCTIONS FOR  
MERLIN<sup>®</sup> 12 RECEIVER



FRONT PANEL

CHANNEL SELECTOR AND FINE TUNE (FREQ) CONTROLS

The channel selector switch sets the receiver to any of 12 pre-set frequency channels whose centers are spaced 25KHz apart. These channel center frequencies are obtained with the FREQ control set to mid-scale (between 2 and 3). Varying the FREQ control between 0 and 5 tunes the receiver from about 13KHz below to about 13KHz above channel center frequency. This provided about 1KHz over-lap between channels so that all frequencies may be received, thus, some frequencies can be heard on two channels, i.e., a transmitter at 151.025 can be heard on channel 7 with FREQ control at about 5 and on channel 8 with FREQ control set at about 0.

GAIN

The GAIN control varies the sensitivity of the receiver by a factor of over a million. Gain numbers are for comparative purposes only and do not signify the actual gain since the control is not linear over its whole range. Best indications of direction are usually obtained when the gain is lowered until the signal is quite weak.

INT-ON-OFF

This is a three position toggle switch. Center position is receiver OFF. INT position energizes receiver from internal battery cartridge. EXT position energizes receiver from whatever source is connected to run receiver from external source.

## METER

The panel meter gives a visual representation of relative signal strengths. The numbers on the meter have no significance, except, as references used for determining the strongest signal. Note that the gain control also affects the meter reading, e.g., without moving transmitter, receiver or receiving antenna. The signal as shown on the meter can be made to register 20, 40 or 60, depending on how high the gain is set.

## ANTENNA JACK

The antenna jack is a type BNC jack with 50 to 75 ohm input impedance. When using the receiver in the lab to check transmitters, it is desirable to insert a small antenna, such as a straightened paper clip into the center of the jack. Care must be used to insure that the conducting pins inside the jack are not damaged by trying to force something too large into the small hole.

## ADDITIONAL BANDS (OPTIONAL)

The normal Merlin 12 receiver covers 300 KHz in twelve 25 KHz wide channels. Additional 300 KHz bands (increasing receiver coverage to 24, 36 or 48 channels) can be specified. The same CHANNEL switch and FREQ control are used to tune the receiver, but, an additional band switch is placed on the front panel. This switch is a rotary switch with bands referred to by number. Refer to the frequency card on the side of the receiver for the exact channel coverage on each band.

## PHONE JACK

The phone jack for a single earphone is located on the front panel next to the INT-EXT POWER switch and marked PH. In noisy conditions, use the earphone supplied. You will probably have to reduce the gain setting when doing this.

## SPEAKER

The speaker is not intended for use in noisy areas nor is it intended to provide large-room volume. Power output of the audio circuits is only about 30 milliwatts, which is also about all that a  $1\frac{1}{2}$ " (inch) speaker can take comfortably. Still, there will be many situations where the discomfort and inconvenience of the earphone can be avoided by using the speaker. Where external noise is loud enough to affect the detection of peak signals, the earphone should be used.

## POWER SUPPLY

### RECHARGEABLE NICAD BATTERY PACK

The Merlin 12 receiver will operate on a full charge of 10-11 hours. We suggest to use up around 5 or 6 hours of charge and at which time give batteries an overnight charge. (Recharge connection is on the bottom of receiver) Battery efficiency is about 60% i.e., it takes 40% longer charge time to regain a full charge. A completely dead battery pack needs 16 hours to recharge. Do not keep batteries constantly at a full charge, otherwise, they will lose capacity. Cycle them. If they fail to hold adequate charge, turn on receiver and totally discharge batteries. Then give them the full 16 hours charge cycle. This should rejuvenate them. If not, send receiver in for service.

CAUTION: DO NOT OPEN RECEIVER CASE!!!! A change in wire position will alter calibration, besides, there are no serviceable parts inside. LET US DO THE SERVICE.

A 110-volt charger, provided with the receiver, may be plugged into line current and into the small metal jack on the bottom of the receiver. The receiver may be operated while recharging.



## EXTERNAL POWER

Any voltage between 8 and 15 volts may be used as an external supply. The receiver will continue to function down to 7.5 volts at which point voltage gain drops sharply to practically zero and frequency stability is no longer maintained. However, at 8 volts, frequency stability and the ability to detect weak signals are approximately as good as at higher voltages even though the volume (as noted in the speaker, the phones or on the meter) will have dropped somewhat. When routine operation from a vehicle (plane, boat, or auto) is anticipated, it is a good idea to provide a connection to the vehicle's 12 volt supply. The relatively low drain of the receiver will not even be noticed by vehicular system. For example, the receiver could be left running for about 20 days in a parked car while removing only about  $\frac{1}{4}$  to  $\frac{1}{2}$  of the typical 50-70 amp-hour storage battery capacity. For long periods of operation from fixed locations a vehicle-type storage battery is recommended. The common plastic-cased motorcycle storage batteries are clean and easy to maintain and will run the receiver for several weeks between chargings. Lantern type batteries will also provide weeks of service, but, of course, these are not re-usable. Jacks for external power supply are located on the bottom of the receiver. The black jack is the negative connection, the red jack, the positive.

Accidental reversal of the polarity of the external battery connection will cause no damage because a diode is included in the circuit, however, the receiver will not work if the polarity is reversed.

While operating the receiver in the car, you can conserve battery power by operating on the EXT power using the cigarette lighter adapter supplied. Plug the red plug into the red jack and the black into the black jack and turn the power switch to EXT position.

## A WORD OF CAUTION

Keep the rain out of the unit, avoid throwing it around, and it will give a long satisfactory service. IF ANY REPAIRS ARE NECESSARY, PLEASE SEND THE RECEIVER BACK TO CUSTOM ELECTRONICS, 2009 Silver Court West, URBANA, ILLINOIS 61801, WE WILL PROVIDE IMMEDIATE "TURN AROUND" SERVICE.

**NOTE:** When tracking in the country an extra precaution is needed to avoid damaging the receiver. Do not drive under cross country transmission power lines with the Yagi antenna connected to the receiver. It has happened that even with the receiver off, damage to the unit has occurred. Be sure to disconnect the antenna when not actually using it!

## IMPORTANT NOTICE

Prior to putting your receiver away for an extended period of time, be sure to charge batteries fully. Even if not in use, the batteries must be re-charged every three months. Always charge them completely before resuming use.

ANIMAL :

[illegible]

### Annexe n° 2 : Exemple d'une fiche de gestion des résultats par animal

**ETUDE DE L'ORGANISATION SPATIALE DU CERF RUSA ( *CERVUS*  
*TIMORENSIS RUSSA*) EN NOUVELLE CALEDONIE.  
CAS DES BICHES EN PERIODE DE RUT.  
Premiers résultats**

**PRIMOT PIERRE**